Politecnico di Milano
Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica
Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria

Piattaforma per l'esperienza di guida aumentata su motoveicoli Aprilia

Relatore: Prof. Pier Luca LANZI
Correlatore: Dott. Andrea MARTINOLI

Tesi di laurea di:
Eugenio GUIDETTI Matr. 800743

Anno Accademico 2014–2015

Ai miei genitori.

Ringraziamenti

Voglio cominciare ringraziando il prof. Pier Luca Lanzi per avermi dato l'opportunità di svolgere un progetto di tesi esterna, che mi ha dato l'occasione di confrontarmi con la realtà lavorativa al di fuori dell'università. Voglio ringraziarlo per i continui incontri con cui pazientemente mi ha seguito nel lavoro di stesura di questo elaborato. Inoltre colgo anche l'occasione di ringraziarlo per il corso di *Videogame Design And Programming* e per essere riuscito, con impegno e dedizione, a fare del Politecnico di Milano una delle sedi italiane della *Global Game Jam*, queste due esperienze sono stati momenti importanti della mia laurea magistrale.

Voglio ringraziare Digital Tales tutta per avermi accolto a lavorare con loro ad un progetto così importante. Grazie ad Andrea, che mi ha dato immediata fiducia e che mi ha seguito nell'intero svolgimento del lavoro. Grazie a Sandro e Nicola, da cui ho imparato tantissimo in così breve tempo. Grazie A Fabio e Marialaura per avermi aiutato in campi in cui non ero esperto. Grazie a Giovanni e a tutti gli altri per avermi trattato da pari, per me ha significato molto.

In questi anni di università ho conosciuto tante persone e stretto nuove amicizie. Saluto Andrea, Daniele e Iacopo, i primi amici che ho conosciuto all'inizio dell'università. Saluto Salvatore, con il quale ci siamo persi un po' di vista, ma con cui ho passato delle bellissime serate. Saluto Maria, Gabriella, Maurizio, Paolo, Federico (il Mario) e Luca, il mio socio di *Laboratorio Finale* alla triennale. Saluto Gabriele, Mattia, Guido, Giovanni, Daniele (Gravina), Luca (Falsina), Giulia, Daniel, Eric e Matteo che ho imparato a conoscere alla magistrale. Saluto e ringrazio Claudio, il mio project manager di *Ingegneria del Software II*, a cui mi sono affezionato. Saluto e ringrazio Davide e Florence miei compagni di sviluppo di *Fists Are Flying*.

Approfitto dell'occasione per salutare e ringraziare il mio amico Edoardo, senza di lui probabilmente non sarebbe nata l'occasione per venire a Milano e iscrivermi al Politecnico. Saluto Marco con cui ho condiviso l'appartamento il primo anno di triennale e Matteo con cui, invece, ho condiviso la stanza l'ultimo anno di triennale. Un saluto particolare va a Elisa con cui ho convissuto per tutti e tre gli anni della triennale, anni in cui ho imparato a conoscerla molto più profondamente di quanto ho fatto durante tutto il liceo, insieme abbiamo vissuto momenti spensierati e momenti molto più difficili con la certezza che, anche se lontani dalle rispettive case,

nell'appartamento in cui tornavamo la sera avremmo sempre trovato una persona con cui parlare.

Voglio salutare tutti gli amici che ho lasciato a Ferrara, quando mi sono spostato a Milano, e che mi mancano. Voglio ringraziare in particolare Federico, con cui ho condiviso tantissimo da tutta la vita, per lo splendido rapporto che continuiamo a mantenere nonostante la lontananza.

Voglio ringraziare tutta la mia famiglia per avermi sempre sostenuto ed essermi sempre stata vicina anche nella lontananza. Ringrazio i miei zii, Cristian e Cosetta, per tutto l'affetto e l'aiuto dimostratomi. Ringrazio le mie nonne, Liliana e Wilma, non trovo parole adeguate a raccontare quanto abbiano fatto per me in questi anni di università.

Ringrazio i miei genitori per avermi educato come hanno fatto, per tutto l'amore che mi hanno dato e che continuano a darmi, per avermi dato l'occasione di renderli fieri una volta di più mandandomi a studiare lontano tra mille sforzi. Non ho lo spazio necessario per descrivere il profondo legame che ci lega, ma non è un problema: loro sanno quanto siano importanti per me e che lo saranno sempre. Ringrazio i miei genitori per essere stati i primi e i migliori professori (di vita) che un figlio possa desiderare.

Ringrazio Agnese. Stiamo insieme da sei anni, a fine Ottobre saranno sette, lei mi ha accompagnato durante tutto il mio percorso universitario, anche nella lontananza della triennale. Dall'inizio della magistrale conviviamo e dall'inizio della magistrale ho ripreso a ottenere ottimi risultati. Certo è una concomitanza di diversi fattori, tra cui il fatto che alla magistrale pochissimi corsi e professori non mi sono piaciuti, ma senza di lei, senza la sua presenza, tutto questo non sarebbe stato uguale: non sono sicuro che avrei potuto fare neanche la metà delle cose che ho realizzato in questi ultimi anni, e l'altra metà non sarebbe venuta così bene, se non ci fosse stata lei al mio fianco. Grazie Agnese per la serenità che porti ogni giorno nella nostra vita, grazie per avermi sopportato anche quando sono stato insopportabile, grazie per tutto il sostegno pratico e morale che mi ha dato in questi anni, grazie per avermi raggiunto a Milano anche quando c'erano altre città in cui andare, grazie per avermi regalato gli anni più belli di sempre.

Se per l'emozione mi sono scordato di salutare qualcuno, lo ringrazio comunque. Grazie a tutte le persone fantastiche che mi sono state accanto e che continuano a farlo.

Sommario

Nel settore automotive vi è una forte tendenza a integrare sui veicoli sistemi informatici, per esempio sistemi di infotainment o navigazione. Il nostro lavoro si è svolto nell'ambito delle motovetture, ed è indirizzato a fornire supporto alla corsa su circuito nell'area del motociclismo amatoriale. Nel panorama del motociclismo professionistico sono stati sviluppati diversi sistemi informativi dedicati ai team, ma al di fuori di questo mondo i sistemi dedicati ai piloti sono quasi inesistenti.

Lo scopo della tesi è la realizzazione di una piattaforma multimediale in grado di espandere le funzionalità dell'elettronica di bordo dei motoveicoli e di offrire ai conducenti uno strumento professionale di supporto attivo alla corsa su circuito. Il lavoro di tesi ha prodotto un prototipo della piattaforma in avanzato stadio di sviluppo.

Ci siamo interfacciati con le motociclette Aprilia e la loro elettronica di bordo, in particolare esse presentano controlli dinamici configurabili in tempo reale durante la guida e un componente che offre connettività esterna. Sfruttando la connettività verso il motoveicolo abbiamo potuto sviluppare un applicativo per smartphone in grado di configurare i controlli elettronici del motoveicolo supportando il conducente durante la corsa su circuito.

La realizzazione della piattaforma è cominciata con la progettazione della sua architettura, e l'individuazione dei suoi requisiti e funzionalità. Successivamente ci siamo dedicati al design dell'esperienza utente. Infine siamo passati alla realizzazione dell'applicativo, che è stata accompagnata dallo svolgimento di numerosi test, nella forma di prove di utilizzo su circuito motociclistico. I test hanno permesso di raccogliere importanti feedback sull'utilizzo della piattaforma in uno scenario reale.

Abstract

In the automotive industry there is a common tendency to integrate informative systems on vehicles, such as navigation or infotainment systems. Our work relates to the area of motorbikes, and aims at providing support to the activity of amateur racing on circuit. Many information systems exist in the world of professional motorcycling, instead systems dedicated to bikers are almost non-existent in the amateur world.

The purpose of this thesis is the realization of a multimedia platform able to expand the functionality of the board electronics of motorbikes and to offer drivers a professional tool for active support to race on circuits. The thesis work produced a prototype of the platform in an advanced stage of development.

We worked with Aprilia motorcycles and their electronics: in particular they have dynamic controls, that can be configured in real time while driving, and an integrated component that provides external connectivity. Based on the connectivity to the motorcycle we developed an application for smartphones that can configure the electronic controls of the vehicle, with the goal to support the motorcyclist while driving on circuit.

The realization of the platform began with the design of its architecture, and the identification of its requirements and functionality. Subsequently we worked on the design of the user experience. Finally we switched to the development of the application. During the development several tests were performed, the platform has been tried by motorbike pilots on a racing circuit. Tests allowed us to collect important feedback on the use of the platform in a real scenario.

Indice

Elenco delle figure

Elenco degli algoritmi

Capitolo 1

Introduzione

Negli ultimi anni l'industria automobilistica è stata in grado di affermarsi come uno dei più importanti settori manifatturieri a livello globale. I recenti modelli di veicoli a motore sono il risultato sinergico dell'avanzamento tecnologico nei settori meccanico ed elettronico. Nell'ambito delle autovetture vi è una forte tendenza trasversale alle diverse case automobilistiche a integrare sui veicoli sistemi informatici in grado di fornire funzionalità e servizi sempre più elaborati. Sulle autovetture attualmente in commercio possiamo trovare infatti sistemi di navigazione GPS, di infotainment, di connessione ai dispositivi smart, di supporto al parcheggio e di assistenza al conducente.

La progettazione e realizzazione dei sistemi automotive è dominata da soluzioni proprietarie, ogni casa automobilistica crea sistemi ad hoc per la propria famiglia di autovetture e spesso anche per i singoli modelli. La costruzione di soluzioni dedicate spesso non garantisce ai conducenti un'esperienza utente in grado di migliorare e integrarsi con l'attività di guida del veicolo. L'estrema diffusione degli smartphone ha reso possibile la realizzazione di nuove soluzioni basate su tecnologia non integrata nei sistemi dedicati al settore automotive.

Esistono soluzioni basate sulle versioni embedded dei sistemi operativi mobili [25], che puntano a sfruttare piattaforme già disponibili provviste di un'ampia base di applicazioni e a favorire il fiorire di nuove applicazioni sviluppate da terze parti specifiche per l'ambito automotive. I sistemi operativi mobili, inoltre, sono utilizzati per la creazioni di architetture middleware [42], che trasformano le autovetture in sistemi capaci di riconfigurarsi dinamicamente e supportare l'installazione e l'aggiornamento dei software di bordo. Ulteriori soluzioni integrano i dispositivi smart con i sistemi presenti sulle autovetture [14], per offrire ai conducenti l'accesso alle proprie applicazioni mobili preferite anche durante la guida, adattandone la modalità di utilizzo senza sacrificarne l'esperienza utente, in questo modo l'integrazione tra smartphone e veicolo offre all'utente finale un sistema di infotainment di alta qualità. Le applicazioni dedicate ai sistemi automotive sono state sviluppate anche

con approcci derivati da altri ambiti, per esempio ci sono applicazioni che sfruttano le tecnologie web [32] per comunicare con autoveicoli e reti mobili.

Il nostro lavoro si è svolto nell'ambito delle motovetture, dove l'integrazione di tali sistemi sta procedendo molto più lentamente. L'intrinseca natura dei motoveicoli, infatti, non mette a disposizione spazi paragonabili a quelli degli autoveicoli né in materia di telaio, né in materia di cruscotto. Il nostro lavoro si colloca nell'area delle tecnologie dedicate ai piloti e nello specifico ci siamo rivolti all'ambito del motociclismo amatoriale.

Nel panorama del motociclismo professionistico sono stati sviluppati sistemi informativi dedicati al supporto delle squadre tecniche, tali sistemi permettono ai team di consultare informazioni complete sullo stato della corsa e la prestazione in pista dei propri piloti direttamente dai box. Alcune declinazioni di tali sistemi sono indirizzate ai sistemi indossabili [26], che consentono allo staff tecnico delle squadre di consultare le informazioni sullo stato della gara in qualsiasi momento e di avere contemporaneamente piena mobilità per lo svolgimento dei propri compiti. Al di fuori del mondo professionistico, invece, i sistemi dedicati ai piloti sono quasi inesistenti, l'unica eccezione a questa situazione viene dal gruppo Piaggio, che mette a disposizione dei conducenti di ciclomotore un sistema di supporto alla guida basato sulla connessione tra smartphone e veicolo.

L'obiettivo di questa tesi è la realizzazione di una nuova piattaforma multimediale in grado di espandere le funzionalità dell'elettronica di bordo dei motoveicoli e di offrire ai conducenti uno strumento professionale di supporto attivo alla corsa su circuito. Ho avuto la possibilità di lavorare a questa tesi grazie ad una collaborazione tra Politecnico di Milano e la software house Digital Tales [33], che si occupa di sviluppare videogiochi, e-learning aziendale orientato sia ai dipendenti sia ai clienti, ed altri progetti interattivi in ambito digitale. L'occasione di confrontarsi con il settore automotive e nello specifico con quello motociclistico è nata da un dialogo con Aprilia [36], facente parte del gruppo Piaggio.

Aprilia possiede una divisione racing che negli anni si è impegnata nelle competizioni mondiali di motociclismo e superbike, a cui si affianca la produzione di motovetture destinate al pubblico. La commistione delle diverse linee di produzione, permette alle migliori soluzioni sperimentate in ambito professionistico di essere adattate anche per l'ambito amatoriale. Le motociclette Aprilia, infatti, dispongono di controlli elettronici all'avanguardia e di un componente in grado di offrire connettività con il veicolo, su tali basi vogliamo costruire una piattaforma digitale in grado di accompagnare il moto-amatore nell'esperienza di guida su circuito. La piattaforma deve migliorare ed evolvere quella disponibile per ciclomotori Piaggio, sfruttando la connessione tra motovetture Aprilia e smartphone vogliamo potenziare le funzionalità già presenti sulla precedente piattaforma e costruire da zero le funzionalità dedicate al corsa su circuito. La natura portatile degli smartphone permette l'aggan-

cio ai motoveicoli tramite apposito sostegno, evitando di dover sviluppare soluzioni embedded difficili da realizzare con gli spazi ridotti a disposizione nelle motociclette.

Il lavoro di tesi è stato dedicato alla realizzazione di un prototipo della piattaforma in avanzato stadio di sviluppo, che Aprilia sta completando con le ultime ottimizzazioni in vista dell'imminente lancio sul mercato. Il lavoro ha attraversato tre fasi. La prima fase per la realizzazione della piattaforma è stata la progettazione della sua architettura, a cui è seguita la definizione dei suoi requisiti e funzionalità. L'intera fase è stata condotta collaborando con Aprilia e studiando le applicazioni automotive già presenti sul mercato. Nella seconda fase siamo passati al design dell'esperienza utente della piattaforma, che nel caso specifico dell'applicazione ha richiesto la progettazione della struttura di navigazione tra le varie funzionalità, dell'interfaccia grafica e dei controlli. Infine nella terza fase siamo passati alla realizzazione dell'applicativo, avvalendoci di un approccio iterativo di prototipazione rapida della funzionalità e loro test. Grazie alla collaborazione con Aprilia abbiamo potuto eseguire numerosi test della piattaforma, che ci hanno permesso di apportare raffinamenti e migliorie ai prototipi delle funzionalità fino a raggiungere un consolidato stadio di sviluppo. Per i test della piattaforma sono state effettuate delle prove su circuito, dove piloti professionisti hanno guidato le motociclette Aprilia equipaggiate con i prototipi dell'applicativo. Al termine di ogni prova i piloti hanno fornito numerosi feedback sul funzionamento dei prototipi e hanno potuto dare suggerimenti su come migliorare l'applicativo per l'utilizzo in sella. Tali test ci hanno permesso di valutare diversi aspetti degli scenari di utilizzo reali della piattaforma, per esempio abbiamo potuto verificare se la grafica delle varie funzionalità fosse facilmente leggibile indossando il casco e durante la guida.

La tesi è strutturata nel modo seguente. Nel capitolo 2 offriamo una panoramica delle più significative piattaforme in ambito automotive attualmente disponibili. Prendiamo in considerazione le loro funzionalità e il tipo di esperienza utente offerta. Nel capitolo 3 presentiamo l'architettura della nostra piattaforma e i suoi requisiti in termini di funzionalità. Nel capitolo 4 analizziamo la progettazione della piattaforma, prendendo in considerazione il design di tre aspetti chiave, ovvero flusso di navigazione, interfaccia utente e controlli. Nel capitolo 5 trattiamo della realizzazione della piattaforma. Nel capitolo 6 parliamo dei test di utilizzo del prototipo della piattaforma in circuito. Presentiamo i feedback raccolti dai piloti coinvolti nelle prove su strada, e mostriamo come tali suggerimenti hanno portato al miglioramento della piattaforma. Infine nel capitolo 7 elaboriamo le nostre conclusioni e presentiamo i possibili sviluppi futuri e miglioramenti del nostro lavoro.

Capitolo 2

Applicazioni per l'automotive

In questo capitolo presentiamo i più significativi applicativi in ambito automotive attualmente disponibili. Nello specifico prendiamo in considerazione le applicazioni, che affiancandosi o interagendo direttamente con i veicoli, sono in grado di espanderne le funzionalità, sfruttando l'apporto tecnologico dato dalla versatilità dei dispositivi smart. Tali prodotti saranno analizzati in materia di funzionalità offerte e user experience.

2.1 Audi

La Audi [37] è una casa automobilistica tedesca, fondata nel 1909 come August Horch Automobilwerke GmbH e che dal 1910 adottò la nuova denominazione Audi. Appartiene al Gruppo Volkswagen dal 1964.

I nuovi modelli Audi sono dotati della piattaforma modulare di infotainment, che è alla base dei servizi offerti da *Audi Connect* [8]. Grazie a tale piattaforma le informazioni vengono trasmesse al veicolo utilizzando la carta SIM del cliente, permettendo la fruizione di una vasta gamma di funzionalità come navigazione con Google Earth, ultime notizie, meteo, prezzi del carburante e informazioni sul traffico.

2.1.1 Navigazione

Audi Connect integra tra loro la navigazione, immagini satellitari originali, foto tratte da Google Earth e Google Street View. Oltre alle foto aeree ad alta risoluzione e alle immagini satellitari, fornisce informazioni su terreno, strade, toponomastica, e schede relative alle attività commerciali. Sfruttando Google Street View è, inoltre, possibile visualizzare la propria destinazione ancor prima di raggiungerla.

Audi Connect recupera le informazioni riguardanti i prezzi del carburante da un database online, e rende disponibili, sempre grazie alla connessione internet, anche le informazioni meteo. Audi Connect fornisce, oltre ai dati sulle condizioni atmosferiche attuali, le previsioni meteorologiche per il giorno dopo o per i prossimi tre

giorni, aiutando il conducente nella pianificazione di spostamenti a lungo raggio. Allo stesso modo Audi Connect ha accesso alle ultime informazioni disponibili sul traffico, aiutando così l'utente a modificare il tragitto in tempo reale, inoltre è in grado di ottenere, quando disponibili, informazioni riguardanti spazi di parcheggio liberi e parcheggi a pagamento pubblici e privati.

Un'ulteriore funzionalità è il servizio di navigazione tramite fotografia Picturebook Navigation Service. Una fotografia provvista di meta-dati GPS, inerenti il luogo in cui è stata scattata (la maggior parte dei sistemi operativi mobile moderni permettono di scattare fotografie digitali corredate con informazioni geo-posizionali), può essere inviata al proprio account Audi Connect e usata come destinazione nell'impostazione di un percorso, sollevando l'utente dall'inserire o addirittura conoscere l'indirizzo preciso del luogo che intende raggiungere. È, comunque, possibile inviare una destinazione dal proprio computer alla propria vettura tramite indirizzo, per esempio dopo aver effettuato una ricerca su Google Maps.

2.1.2 Cruscotto virtuale

Il modello Audi TT è equipaggiato con *Audi Virtual Cockpit* [10], un cruscotto a interfaccia virtuale posizionato dietro il volante. Il cruscotto digitale sostituisce sia il tradizionale cruscotto analogico, sia lo schermo dedicato al sistema di navigazione, riunendo in unico componente più funzionalità prima distinte. L'obiettivo alla base dell'introduzione dal cruscotto virtuale è il perfezionamento dell'esperienza guida: permettendo al conducente di tenere sotto controllo tutte le informazioni in un unico punto vine ridotta, grazie alla convergenza, l'eccessiva dispersione dell'attenzione durante la marcia.

Il conducente, come mostrato in figura 2.1, può scegliere tra due diverse modalità di visualizzazione: classica e infotainment. A seconda della modalità impostata dall'utente il display adatta, di conseguenza, la disposizione dei vari elementi visualizzati. Nella visualizzazione classica dominano i quadranti circolari, ovvero il tachimetro e il contagiri, scegliendo la modalità infotainment, invece, vengono poste in primo piano funzioni accessorie come il sistema di navigazione, il telefono, Audi Connect e il lettore multimediale. Gli indicatori dedicati alla temperatura esterna, l'orario, il chilometraggio e i simboli informativi o di avviso restano nella stessa posizione in entrambe le modalità, ovvero lungo il bordo inferiore del cruscotto virtuale.

Alla base della tecnologia, che ha reso possibile la realizzazione del cruscotto virtuale, si pone la scelta di Audi di utilizzare il processore quad-core Tegra 30, della serie Tegra 3 di Nvidia. Il processore è in grado di generare 60 fotogrammi al secondo, caratteristica fondamentale per poter assicurare ai conducenti una visualizzazione fluida, precisa e affidabile delle lancette di tachimetro e contagiri. Audi Virtual Cockpit consente di visualizzare una vasta gamma di informazioni, in aggiunta alle funzioni precedentemente citate si segnalano: la rappresentazione grafica dei

(a) Una schermata del cruscotto virtuale in modalità classica.

(b) La stessa schermata mostrata in figura 2.1a visualizzata, invece, in modalità infotainment.

Figura 2.1: Differenze tra le due modalità di visualizzazione del cruscotto virtuale.

sistemi di assistenza, le immagini della telecamera per la retromarcia, e le animazioni dinamiche del veicolo.

Il cruscotto virtuale consente al conducente di immettere i comandi tramite il volante multifunzione, inoltre è possibile accedere alle funzioni di Audi Virtual Cockpit grazie a una interfaccia di controllo multimediale dedicata, oppure sfruttando la funzionalità di controllo vocale. La Multi Media Interface (MMI) dispone di una superficie touch in grado di riconoscere tocchi multipli, e se ne avvale nel riconoscimento di gesture ormai ampiamente diffuse tra i sistemi operativi ed applicazioni dedicate ai dispositivi touch, come per esempio lo scorrimento di liste e pagine o lo zoom delle mappe. Il conducente, inoltre, unitamente alla superficie touch ha sempre a disposizione il controller girevole.

2.1.3 Applicazione mobile

È anche disponibile una applicazione per dispositivi mobile, con il nome Audi MMI Connect [9] su sistemi Android e, semplicemente, MMI Connect [11] su dispositivi iOS, che permette di avvalersi di alcune funzionalità a disposizione degli account Audi Connect anche su smartphone. Grazie a tale applicazione l'utente potrà: eseguire ricerche per punti di interesse come negozi, ristoranti o musei direttamente dal proprio dispositivo, ed inviare la destinazione scelta alla propria vettura; caricare fotografie geo-localizzate da usare come destinazione tramite il servizio Picturebook Navigation; ascoltare tutte le stazioni radio messe a disposizione da Audi Connect anche da smartphone; eseguire ricerche sugli eventi attualmente in svolgimento o

in programma nella propria città e, come per la ricerca di punti di interesse, inviare l'indirizzo del luogo, che ospita l'evento, alla propria vettura come destinazione dell'itinerario di guida.

2.2 BMW

BMW [38], o Bayerische Motoren Werke AG, è una azienda tedesca produttrice di autoveicoli, motoveicoli e motori, fondata nel 1916, con sede a Monaco di Baviera.

La BMW con il nome *BMW Connected Drive* [13] mette a disposizione dei propri clienti una collezione di servizi orientati all'informazione e all'assistenza al conducente. Per avvalersi di tali servizi i clienti BMW devono sottoscrivere i servizi base denominati Connected Drive Services e Chiamata di Emergenza Intelligente, con ognuno di tali servizi base è incluso anche l'optional Teleservices, che consiste in una scheda SIM integrata nel veicolo.

Il sistema BMW Connected Drive vuole mettere a disposizione dei conducenti la possibilità di esplorare Internet ed avvalersi dei servizi di Google, tramite un ecosistema di applicazioni native per l'autoveicolo raccolte sotto l'etichetta BMW Online. BMW Online è, sostanzialmente, un browser internet orientato al supporto dell'esperienza di guida, tale servizio si avvale di applicazioni dedicate: ogni applicazione è specializzata nel reperimento di informazioni riguardanti uno specifico ambito. L'ecosistema mette già a disposizione dei clienti un ventaglio di applicazioni base, ed è stato progettato in modo da permettere una futura espansione delle applicazioni offerte, sotto forma di store digitale.

2.2.1 Navigazione

BMW Routes è un sistema di gestione degli itinerari, che punta ad integrare il sistema di navigazione per renderlo, all'occorrenza, simile ad una guida turistica. L'utente è in grado di consultare utili informazioni riguardanti, per esempio, le tappe più importanti di un lungo viaggio. BMW Routes permette al guidatore di trasmettere alla propria autovettura, o di richiamare sul sistema di navigazione, percorsi suggeriti da BMW o itinerari da lui stesso creati. Gli itinerari personalizzati dell'utente possono essere trasmessi al veicolo sfruttando l'interfaccia USB di bordo o la funzione di salvataggio del portale web BMW.

Un altro importante servizio della gamma BMW Connected Drive è *Real Time Traffic Information*, che permette al conducente di ottenere, grazie alla connessione Internet, informazioni precise sulla situazione del traffico. Real Time Traffic Information è in grado di fornire informazioni in tempo reale sul traffico in atto, con una precisione di 100 m. I dati sono raccolti avvalendosi di diverse fonti, vengono utilizzati fra l'altro i profili di viabilità della rete di telefonia mobile, i dati GPS di flotte di veicoli, le app degli smartphone e segnalazioni della polizia. Il sistema, inoltre,

calcola il ritardo previsto e suggerisce percorsi alternativi, fornendo al conducente la capacità di reagire tempestivamente in caso di code o traffico intenso.

2.2.2 Applicazioni mobile

BMW, con l'equipaggiamento optional Connected Drive Services, mette a disposizione del conducente anche la tecnologia denominata A4A (Apps for Automotive), la quale consente di utilizzare molte applicazioni per Smartphone direttamente dalla vettura, sfruttando lo stesso sistema di controlli presente nel veicolo stesso.

BMW Connected Drive offre, anche, la funzionalità *Remote Services*, che permette alla vettura di ricevere comandi da smartphone. L'utente, infatti, installando l'applicazione *My BMW Remote* [21] potrà remotamente: aprire o chiudere il veicolo, avviare il riscaldamento o l'aerazione, comandare il clacson e il lampeggiatore. La app, inoltre, consente di ricercare online indirizzi e luoghi e di inviarli al sistema di navigazione, e di visualizzare la posizione della propria vettura su mappa nel raggio di un chilometro e mezzo.

2.2.3 Altre funzionalità

BMW Online News permette al conducente di consultare notizie sempre aggiornate, affinché la fruizione di tale servizio non costituisca fonte di distrazione durante la guida le notizie possono anche essere ascoltate mediante l'impianto audio della vetture. L'utente può, inoltre, impostare delle categorie di notizie preferite da utilizzare come filtro per il reperimento delle notizie stesse.

BMW Online Weather offre la consultazione, in tempo reale durante la guida, delle condizioni meteorologiche in atto o delle previsioni meteorologiche per i successivi cinque giorni.

BMW Online Office consente di ricevere, leggere e rispondere alle e-mail anche durante il viaggio. La fruizione del servizio richiede pochi e semplici passaggi preparatori: la registrazione, tramite navigazione Web, nel portale My BMW Connected Drive e la creazione di una casella di posta associata al proprio indirizzo e-mail. Online Office permette di gestire anche account di posta multipli dello stesso provider o di provider diversi, oltre alla funzione e-mail, offre anche una rubrica in cui importare i propri contatti e la possibilità di prendere o inviare appunti e messaggi. Per la composizione di e-mail, messaggi e appunti è disponibile la funzionalità di dettatura, che, avvalendosi del riconoscimento vocale, permette al conducente di rimanere concentrato sulla guida e il traffico stradale.

BMW Connected Drive supporta la creazione e la gestione di profili di guida per i conducenti. Il sistema di bordo è in grado di associare ad un profilo conducente informazioni quali: posizione del sedile, impostazione della temperatura, sistemi di assistenza per il conducente, le stazioni radio preferite e i dati di contatto del

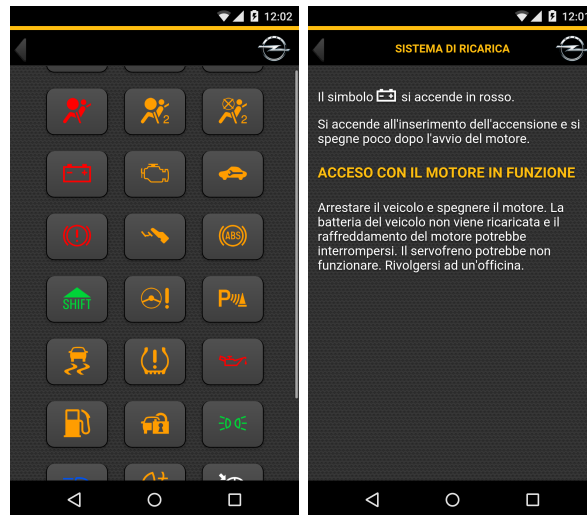



Figura 2.2: Le schermate dedicate alle spie e agli allarmi di myOpel, tratte dalla versione Android.

conducente stesso; i profili possono essere esportati e importati tra i diversi modelli di vettura BMW, così ogni conducente può avere sempre a disposizione le proprie configurazioni di guida preferite, anche quando non è al volante del suo personale veicolo. La gestione dei profili si avvale dell'interfaccia USB di bordo per consentire il processo di importazione e esportazione dei dati relativi al proprio profilo di guida e delle impostazioni personali dell'auto.

2.3 Opel

La Adam Opel AG [39] è una casa automobilistica tedesca, la cui sede è a Rüsselsheim in Assia. Dal 1929 fa parte del gruppo statunitense General Motors.

Opel offre a tutti i suoi clienti la possibilità di usufruire di una selezione di servizi online, raccolti sotto il nome *myOpel*. È possibile accedere a tali servizi tramite un portale web, oppure sfruttando l'applicazione ufficiale disponibile per i sistemi operativi mobili Android [22] e iOS [23]. I servizi, messi a disposizione dalla casa automobilistica tramite myOpel, non sono in alcun modo legati a qualche componente installato sulle vetture prodotte, ovvero myOpel non è in grado di interfacciarsi direttamente con la tecnologia di bordo dei veicoli. Molte delle funzionalità offerte da myOpel richiedono che sia l'utente ad inserire, manualmente, dati relativi alla vettura come primo input per il servizio, mentre le altre funzionalità mettono a disposizione dell'utente una selezione di informazioni puramente consultabili.

Tra le informazioni disponibili per una rapida consultazione si segnalano: il manuale d'uso e manutenzione della vettura, la descrizione delle spie e degli indicatori presenti nell'abitacolo, e i consigli su come affrontare situazioni di emergenza, per esempio indicazioni su come cambiare un pneumatico forato. Nella figura 2.2 si pos-

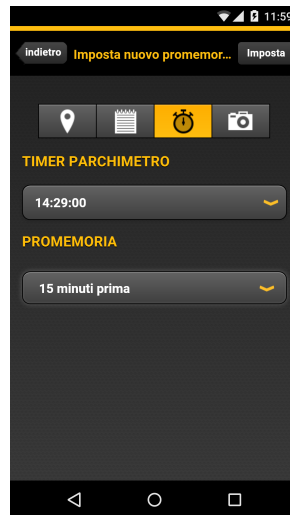



Figura 2.3: La funzionalità di promemoria del parcheggio di myOpel, tratta dalla versione Android.

sono osservare l'elenco consultabile delle spie e degli allarmi offerti per il modello di vettura Adam 2014 e la descrizione dettagliata dell'allarme riguardante il sistema di ricarica della batteria.

Per quanto riguarda, invece, le funzionalità più elaborate vanno sicuramente prese in considerazione: il promemoria delle scadenze di manutenzione, calcolato a partire dall'inserimento del chilometraggio attuale della vettura; la possibilità di contattare i servizi di assistenza online della propria officina Opel di fiducia, oppure di cercare un'officina convenzionata eseguendo una ricerca per nome o per luogo; la disponibilità a richiedere prove di guida di altri modelli della casa automobilistica.

L'utente grazie alla applicazione può creare un promemoria del luogo in cui ha parcheggiato, completo delle coordinate GPS, a cui si possono aggiungere: le informazioni sull'orario e la durata del parchimetro per ricevere un avviso allo scadere del tempo, fotografie scattate con il dispositivo ed eventuali note personali. La figura 2.3, per esempio, mostra l'inserimento delle informazioni relative al parchimetro durante la creazione di un promemoria di parcheggio: l'utente, dopo aver inserito l'orario di scadenza della sosta, imposta l'avviso tramite notifica a un quarto d'ora prima.

L'applicazione presenta anche una sezione dedicata agli incidenti stradali, che consente all'utente di creare un resoconto e di inviarlo per email, per esempio alla propria compagnia d'assicurazione. In caso di incidente la sezione mette a disposizione un semplice modulo digitale da riempire con le informazioni sulle vetture coinvolte e sulle dinamiche dell'incidente stesso, inoltre si possono scattare fotografie ed allegarle al resoconto.

2.4 Piaggio

Piaggio & C. [40] è una casa motociclistica facente parte del Gruppo Piaggio. Fondata nel 1884, è oggi controllata dall'holding industriale IMMSI s.p.a. e quotata in Borsa Italiana.

Piaggio ha sviluppato *Piaggio Multimedia Platform* (PMP) [27], consistente in una unità elettronica integrata nei ciclomotori, provvista di connettività Bluetooth, e in una applicazione per smartphone [29] finalizzata a migliorare l'esperienza di guida. L'applicazione, grazie alla connessione con il componente, fornisce agli utenti delle due ruote un computer di bordo in grado di aumentare le informazioni a disposizione del conducente durante la guida, e di supplire alla intrinseca carenza di strumentazione degli scooter.

2.4.1 Configurazione iniziale

Per connettere l'unità PMP integrata sul veicolo con il proprio smartphone è sufficiente: abilitare la ricerca Bluetooth dal dispositivo mobile; subito dopo accendere il veicolo inserendo e girando la chiave, in questo modo anche il componente multimediale si attiva; appena lo smartphone rileva l'unità PMP selezionarla dalla lista dei dispositivi disponibili per eseguire l'accoppiamento; infine avviare l'applicazione.

Al primo avvio della app l'utente viene invitato a scegliere il proprio modello di ciclomotore, per poter modificare tale scelta è necessario disinstallare e installare di nuovo l'applicazione.

2.4.2 Cruscotto virtuale

PMP presenta la funzionalità di cruscotto virtuale, che si avvale dei sensori dell'unità integrata per offrire ai conducenti dei ciclomotori la possibilità di visionare in tempo reale diversi parametri del veicolo. Per esempio, come si può vedere dalla figura 2.4, è possibile monitorare: la velocità istantanea, il numero di giri al minuto del motore, il consumo istantaneo di carburante, l'angolo di piega del veicolo, il parametro Eco Ride pensato per dare al conducente una misura quantitativa dell'inquinamento eccessivo prodotto dal suo stile di guida, e altri ancora.

Il cruscotto permette di scegliere cinque paramatri, tra quelli disponibili, da visualizzare contemporaneamente: uno principale, mostrato con una grafica più dettagliata, e quattro secondari, presentati come semplici valori numerici. Oltre alla visualizzazione dei parametri, il cruscotto segnala all'utente, mediante l'accensione delle apposite spie virtuali, quando si superano determinate soglie della velocità istantanea, e dell'angolo di piega del ciclomotore. Tali soglie possono essere modificate dall'utente, in modo da configurare allarmi personalizzati per il proprio stile di guida.

Figura 2.4: La funzionalità di cruscotto virtuale, tratta dalla versione Android.

A completamento del cruscotto virtuale vero e proprio, la applicazione presenta anche la funzionalità di diagnostica, che consente di monitorare lo stato del veicolo e ricevere segnalazioni in caso di anomalie.

La app, inoltre, contiene al suo interno i manuali di utenza e manutenzione di tutti modelli di ciclomotori compatibili con l'unità PMP, permettendo ai conducenti di consultarli in qualsiasi momento.

2.4.3 Navigazione

L'applicazione è in grado di salvare l'ultima posizione del veicolo al momento dello spegnimento e di mostrare tale posizione su una mappa integrata. La funzionalità di navigazione permette anche di eseguire delle ricerche predefinite: l'utente può ottenere l'elenco, completo delle informazioni più importanti come l'indirizzo, delle più vicine stazioni di servizio e dei più vicini concessionari autorizzati. I risultati, così ottenuti, possono essere visualizzati sulla mappa per rendere ancora più intuivo il loro posizionamento rispetto a quello del conducente.

Il sistema non è in grado, invece, di dare indicazioni all'utente su come raggiungere o di calcolare un percorso verso i luoghi visualizzati sulla mappa integrata, e non offre in alcun modo la possibilità di ricercare una meta arbitraria. In compenso, se sullo smartphone dell'utente è presente una applicazione dedicata di mappe è possibile esportare da PMP verso quest'ultima la posizione del veicolo parcheggio, della stazione di servizio scelta o del concessionario selezionato come destinazione per il calcolo del percorso.

Inoltre la app possiede la funzionalità chiamata Trip Computer, con la quale è possibile consultare statistiche riguardanti l'ultimo viaggio percorso e salvare i viaggi in appositi file. I file dei viaggi creati con PMP possono essere inviati per email, e se consultati sul proprio profilo MyPiaggio permettono di rivedere gli itinerari percorsi sulle mappe, affiancati dalle informazioni sulle prestazioni di guida tenute.

2.5 Porsche

La Porsche [41] è una casa automobilistica tedesca che produce auto sportive, con sede presso il quartiere Zuffenhausen della città di Stoccarda (Baden-Württemberg). Il capitale sociale dal 2012 è interamente posseduto dalla Volkswagen.

Porsche offre la possibilità di accedere da remoto, tramite smartphone e smartwatch, alle vetture equipaggiate con l'optional Porsche Car Connect [28]. Il componente si interfaccia con un'applicazione mobile che porta lo stesso nome, disponibile per dispositivi Android [30] e iOS [31]. Gli utenti, che intendono avvalersi dei servizi offerti da Porsche Car Connect, devono inoltre registrarsi sul portale web dedicato.

2.5.1 Configurazione Iniziale

La connessione tra componente e app richiede una sequenza di passaggi, che l'utente finale dovrà svolgere con il giusto tempismo, in modo da poter finalizzare la configurazione al momento del ritiro della vettura dal concessionario. Il concessionario stesso ha un ruolo attivo nella consolidazione di alcuni passaggi intermedi e può aiutare il cliente con l'intero processo di collegamento.

Il primo passo, che l'acquirente di Porsche Car Connect deve compiere, è la registrazione sul portale web clienti dedicato al servizio. Subito dopo l'utente riceverà una e-mail e un SMS, rispettivamente all'indirizzo e-mail e al numero di telefono precedentemente indicati: la e-mail contiene un link, mentre il messaggio contiene un codice: l'utente deve aprire il collegamento in un browser web e inserire il codice quando richiesto, così facendo verrà eseguito il primo accesso al portale, tale accesso permette di attivare l'account e di concludere correttamente la registrazione.

Ora l'utente può scaricare dalla propria sezione personale del portale un documento contenente un importante codice di installazione del componente, e deve trasmettere tale documento, ma soprattutto il codice, al proprio concessionario. Il concessionario grazie al codice ricevuto può attivare correttamente il componente, operazione effettuabile esclusivamente da un concessionario Porsche autorizzato.

Infine l'utente deve installare l'applicazione, nella declinazione compatibile con il proprio smartphone e attivarla: l'attivazione della app richiede l'inserimento di un ulteriore codice ricevuto per SMS, tale messaggio vine inviato automaticamente in seguito alla corretta attivazione dell'optional svolta dal concessionario.

Il portale web di Porsche Car Connect permette di aggiungere altri dispositivi sincronizzati verso una stessa vettura, oltre al primo, e di predisporre un unico smartphone per la sincronizzazione con più di un veicolo. L'utente, inoltre, può limitare secondo le proprie esigenze le funzionalità disponibili agli ulteriori conducenti della propria vettura.

Figura 2.5: La funzionalità Last Trip (sinistra), e il controllo remoto delle porte e del vano bagagli (destra).

2.5.2 Funzionalità

Porsche Car Connect si articola in tre diversi pacchetti di servizi che possono essere combinati a piacere.

Il pacchetto *Remote Services* fornisce numerose informazioni sulla propria vettura Porsche e consente di comandare a distanza determinate funzioni della stessa. I servizi remoti danno accesso a informazioni e statistiche , per esempio è possibile consultare schermate riguardanti: durata dei viaggi, tragitti percorsi, velocità media mantenuta, consumi affrontati e livello attuale di riempimento del serbatoio.

Il pacchetto, inoltre, permette di monitorare tramite un grafico della vettura quali elementi sono aperti, chiusi, sbloccati o bloccati: per esempio, si può controllare a distanza se il vano bagagli è correttamente bloccato, o come mostrato in figura 2.5 assicurarsi che tutte le portiere siano state chiuse correttamente.

Con Remote Services si può attivare a distanza il segnale acustico e/o luminoso della propria vettura per velocizzarne l'individuazione, sfruttando la connettività del proprio smartphone è anche possibile ricevere indicazioni sul più breve percorso da seguire per raggiungere il luogo in cui la vettura stessa è parcheggiata. La app permette, inoltre, di aprire o chiudere gli specchi retrovisori esterni e di programmare il riscaldamento supplementare a distanza. Nel caso in cui non si abbia a disposizione immediata la chiave della vettura, il pacchetto di servizi remoti permette di bloccare o sbloccare le portiere tramite una semplice interazione con la app.

In caso di incidente l'applicazione Porsche Car Connect è in grado di avviare una chiamata di emergenza, con la quale vengono trasmessi automaticamente i dati e l'ubicazione della vettura. Il pacchetto permette di monitorare la pressione

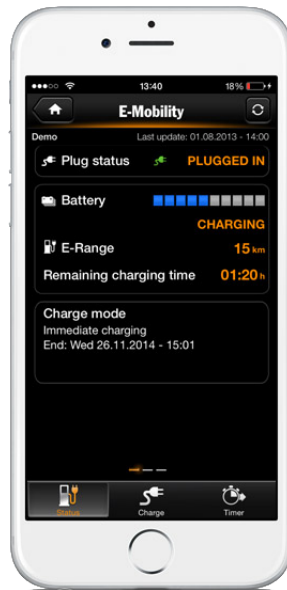



Figura 2.6: La funzionalità di monitoraggio della carica della batteria.

dei pneumatici e le informazioni sulle manutenzioni programmate. Grazie alle funzionalità Speed-fencing e Geo-fencing, il dispositivo sincronizzato riceve un avviso ogniqualvolta la vettura rispettivamente supera un limite di velocità e varca un'area geografica, sia il limite che l'area sono impostati dall'utente.

Il secondo pacchetto, chiamato *Porsche Vehicle Tracking Services*, invia una notifica e un messaggio in caso di furto, inoltre invia automaticamente un allarme a una centrale operativa attiva ventiquattro ore su ventiquattro, sette giorni su sette. Grazie al pacchetto è possibile regolare le varie impostazioni di sicurezza e disattivare o attivare il blocco contro il riavvio.

Il terzo pacchetto porta il nome di *E-Mobility Services*, ed è un pacchetto realizzato appositamente per i modelli di Porsche a propulsione ibrida. Lo smartphone, grazie a tali servizi, è in grado di mostrare informazioni riguardanti lo stato di carica della vettura ibrida, per esempio si potrà conoscere l'autonomia totale e quella puramente elettrica, lo stato di carica attuale della batteria ibrida, i tempi di carica residui e la carica completa. Tramite la app è possibile, ad esempio come mostrato in figura 2.6, impostare la durata massima di un processo di carica. Inoltre il pacchetto integra le statistiche già offerte dai servizi remoti con dati significativi per il monitoraggio di una vettura ibrida, quali il consumo elettrico medio e il numero dei chilometri percorsi in modalità completamente elettrica.

Capitolo 3

Obiettivi del progetto

In questo capitolo illustriamo le caratteristiche che contraddistinguono il nostro progetto dagli altri prodotti presenti sul mercato, trattati nel capitolo precedente. Vogliamo mettere in evidenza, inoltre, come l'utilizzo dell'approccio ingegneristico alla progettazione della piattaforma, abbia permesso di garantire alla stessa una struttura solida, opportunamente stratificata e predisposta a sviluppi futuri, tutte proprietà desiderabili nell'ambito del design e dello sviluppo software. Infine esponiamo gli obiettivi del progetto in termini di funzionalità offerte agli utenti finali.

3.1 L'architettura della piattaforma

Per la realizzazione di una simile piattaforma ci siamo interfacciati con le motociclette Aprilia V4, che equipaggiano l'ultima versione dell'unità Piaggio Multimedia Platform (PMP). Tale unità offre la possibilità di astrarre dai singoli componenti presenti sul veicolo, in questo modo la motovettura può entrare a far parte di un sistema informatico più ampio, dove ricopre il ruolo di fonte dei dati elaborati e ultima destinazione per i comandi di attuazione delle decisioni prese.

Il sistema costruito è fortemente orientato all'espandibilità grazie all'approccio modulare adottato. Il componente PMP offre connessione con le motociclette ed accesso alle proprie funzionalità tramite interfaccia. Il sistema sviluppato, quindi, è facilmente adattabile sia a nuovi modelli di motoveicoli che equipaggiano tale unità elettronica, sia a nuove versioni più sofisticate dell'unità stessa che implementano la stessa interfaccia.

L'architettura del sistema progettato è organizzata a layer: partendo dal più basso, lo strato fisico è rappresentato dalla motocicletta, con le sue componenti meccaniche ed elettroniche; subito dopo troviamo l'unità di bordo Piaggio Multimedia Platform, in grado di dialogare con il layer fisico del veicolo e di configurare in tempo reale i parametri dell'elettronica di bordo; il componente PMP offre le sue funzionalità grazie a uno strato informatico proprietario, che di fatto è l'implementazione

del contratto dell'interfaccia esposta; al di sopra di tali layer è stato possibile realizzare un applicativo software, in grado di offrire diverse funzionalità all'utilizzatore finale, basate sui dati letti dal motoveicolo in tempo reale; in ogni funzionalità offerta all'utente dallo strato software è possibile individuare un'ulteriore suddivisione tra la parte di modello costruita a partire dai dati e la parte di vista elaborata per l'interazione utente. La modularità, che ha guidato la progettazione e realizzazione della componente applicativa della piattaforma, garantisce la possibilità di introdurre facilmente in futuro nuove funzionalità.

Come è stato illustrato nel capitolo precedente, esiste già una piattaforma per i ciclomotori Piaggio che si avvantaggia delle caratteristiche dell'unità PMP, tale piattaforma possiede degli evidenti limiti, che il nostro progetto si è fissato di superare. La precedente piattaforma non offre sempre le stesse funzionalità all'utente, ma ne mette a disposizione una selezione che dipende dal modello di ciclomotore connesso. Il nostro progetto vuole astrarre il più possibile dallo specifico motoveicolo in possesso dell'utente ed offrire una gamma fissa di funzionalità, grazie all'architettura stratificata della piattaforma. La piattaforma per ciclomotori Piaggio è stata realizzata con codice nativo diverso per ogni sistema operativo su cui è stata pubblicata, generando così un progetto difficile da mantenere e da espandere. Uno degli obiettivi portanti del nostro progetto è realizzare un sistema multi-piattaforma, che viva in un'unica base di codice, e che favorisca la manutenzione e l'espansione futura. Un ulteriore limite della precedente piattaforma è di offrire esclusivamente funzionalità passive rispetto al motoveicolo. La nostra piattaforma, invece, è in grado di intervenire in modo attivo sulla motovettura e di contribuire in modo significativo a migliorare l'esperienza di guida dell'utilizzatore, garantendone allo stesso tempo la sicurezza.

Il nostro progetto ha l'obiettivo di costruire un'esperienza utente moderna, in linea con quanto offerto dagli altri prodotti per il settore automotive, ma con una caratteristica innovativa e inedita quale il supporto al racing su circuito. Nella sua realizzazione un altro aspetto fondamentale, di cui si è tenuto conto fin dalle prime battute ed intorno al quale sono stati progettati gli altri aspetti, è l'usabilità. Una simile piattaforma, che si affianca a dei motoveicoli, deve offrire un'esperienza utente che possa adattarsi all'utilizzo in sella e che sia fruibile anche in situazioni concitate come la guida su circuito. Questa considerazione ci ha portato a prediligere per lo sviluppo dell'applicativo software i dispositivi smartphone, riconfermando la scelta della precedente piattaforma Piaggio. Gli smartphone per loro natura sono estremamente portatili e oramai dotati di specifiche hardware adeguate a supportare da un lato un'elaborazione in tempo reale, come quella richiesta dai modelli delle nostre funzionalità, e dall'altro lato a costruire una veste grafica precisa e fluida. La dimensione contenuta degli smartphone, la presenza sul mercato di supporti per l'aggancio di questi ultimi al manubrio delle motovetture, le loro caratteristiche hardware, sono tutti fattori che hanno contribuito alla scelta di concretizzare l'applicativo software

della piattaforma sotto forma di applicazione mobile.

Il fatto che la piattaforma sia stata concepita per poter essere utilizzata anche in sella a una motocicletta ha plasmato i nostri obiettivi di usabilità. In termini di sicurezza di guida è caldamente sconsigliata una interazione attiva durante la marcia, ciononostante le interazioni tra utente e piattaforma sono state progettate per adeguarsi ad una situazione in cui con pochi passaggi deve essere possibile passare da una funzionalità all'altra. Tale caratteristica del flusso di navigazione, rende l'utilizzo della piattaforma rapido e immediato in qualsiasi scenario, qualità essenziale nella creazione di una esperienza utente moderna.

Il nostro progetto contiene dei forti elementi di innovazione, infatti, come abbiamo potuto scoprire nel capitolo precedente, pur esistendo dei prodotti simili nel settore automotive sono tutti dedicati all'ambito automobilistico. La nostra piattaforma si colloca anch'essa in ambito automotive, ma si rivolge specificatamente all'utenza motociclistica. Nessuno degli altri prodotti disponibili, inoltre, ha funzionalità dedicate all'esperienza di guida su circuito, la nostra piattaforma, da questo punto di vista, rappresenta un inedito.

3.2 Funzionalità

Le principali funzionalità che la piattaforma deve offrire agli utenti sono: supporto attivo al racing su circuito, cruscotto virtuale, supporto al parcheggio dei motoveicoli, navigazione verso luoghi di interesse e computer di viaggio. Alcune funzionalità della nostra piattaforma sono simili a quelle illustrate per la piattaforma per ciclomotori Piaggio. La similitudine sussiste in quanto tale piattaforma per prima ha introdotto un supporto multimediale alla guida di veicoli a due ruote, basata sulla comunicazione con un'unità elettronica integrata. Inoltre l'idea di fornire un'esperienza di guida migliorata è alla base di entrambe le piattaforme, ma come nel caso delle caratteristiche strutturali anche nell'ambito delle funzionalità la nostra piattaforma è nata con l'obiettivo di superare i limiti di quella precedente e di evolversi introducendo il supporto al racing.

Le funzionalità offerte all'utente sono state tutte progettate e realizzate con in mente l'usabilità, l'obiettivo finale è il confezionamento di un'esperienza di utilizzo che si adatti alle esigenze dei conducenti di motoveicoli. Durante l'intero arco dello sviluppo, infatti, sono stati realizzate numerose prove su circuito motociclistico di utilizzo della piattaforma, che ci hanno permesso di ricevere importanti feedback da parte dei piloti. Tali segnalazioni ci hanno permesso di raffinare gli aspetti dell'esperienza utente che mal si adattavano all'utilizzo in sella ad un motoveicolo.

La presentazione delle funzionalità, ovvero l'interfaccia grafica del layer applicativo della piattaforma, è stata progettata da zero, anch'essa è stata modellata per adattarsi al principio portante dell'usabilità, e per sfruttare al massimo lo spazio

ridotto offerto da dispositivi di dimensioni contenute quali sono gli smartphone. La progettazione dell'interfaccia grafica della piattaforma è avvenuta con l'obiettivo di confezionare un'esperienza utente caratterizzata da immediatezza nell'utilizzo, leggibilità e precisione nella rappresentazione delle funzionalità. L'utente finale deve percepire di stare usando un sistema automotive innovativo e moderno, non solo per quello che la piattaforma è in grado di offrirgli, ma anche da come la piattaforma si presenta. Tale sinergia tra funzionalità e interfaccia utente è di vitale importanza nello sviluppo di un prodotto indirizzato al mercato, quindi la progettazione dell'aspetto grafico della piattaforma si è svolta in diverse iterazioni fino al raggiungimento del risultato desiderato. Anche in questo caso la raccolta dei feedback dai test durante lo sviluppo ha permesso di evidenziare aspetti importanti per gli utenti finali, che altrimenti non sarebbero emersi, e di perfezionare la presentazione grafica di conseguenza.

Ora illustriamo nel dettaglio le singole funzionalità, che la piattaforma deve offrire, e le loro caratteristiche.

3.2.1 Racing

L'introduzione della funzionalità di racing rappresenta l'elemento di novità della piattaforma, l'obiettivo di tale funzionalità è di fornire un supporto attivo digitale alla guida su circuito, ispirato a quelli utilizzati dalle squadre professionistiche di motociclismo.

L'idea alla base della funzionalità racing è che l'applicazione deve essere in grado di sfruttare la comunicazione con il componente integrato per eseguire la configurazione automatica dei sistemi di controllo elettronici, durante una sessione di guida su circuito motociclistico.

L'applicazione deve contenere, quindi, le telemetrie dei circuiti motociclistici accessibili ai privati, e permettere all'utente di scegliere le proprie impostazioni per gli aiuti elettronici su ognuno di tali circuiti. Sfruttando la localizzazione GPS la piattaforma, inoltre, deve essere in grado di riconoscere se l'utente è nelle immediate vicinanze di uno dei sopracitati circuiti, e di proporgli di iniziare una personale sessione sul circuito stesso.

Durante una sessione di giuda su circuito, sempre grazie alla localizzazione GPS, l'applicazione deve essere in grado di collocare l'utente su una mappa stilizzata del circuito, costruita a partire dalla telemetria, e mostrarne in tempo reale l'avanzamento. Congiuntamente alla visualizzazione della porzione di circuito attualmente percorsa, devono essere mostrati i valori dei parametri degli aiuti elettronici, sia i valori attualmente impostati, sia i prossimi valori che saranno configurati in modo automatico dalla piattaforma. Oltre ai valori degli aiuti elettronici devono essere mostrate all'utente ulteriori informazioni utili, come suggerimenti sulla guida e il tempo cronometrato del giro di pista. L'utente, infine, deve poter registrare i propri

tempi ottenuti sul circuito scelto e la piattaforma deve poter memorizzare tali tempi per ognuno dei circuiti disponibili.

Nello specifico le motociclette Aprilia V4 equipaggiano *Aprilia Performance Ride Control* (aPRC), un pacchetto di sistemi di controllo attivo, derivato dalla tecnologia usata nelle gare di Superbike. Il pacchetto aPRC comprende, tra le diverse funzioni, *Aprilia Traction Control* (aTC) e *Aprilia Wheelie Control* (aWC). Il sistema di controllo della trazione aTC ha il compito di garantire la massima aderenza sui diversi tipi di fondi stradali, e può essere regolato dinamicamente, grazie alla centralina elettronica, per adattarsi allo stile di giuda e alle condizioni dell'asfalto. Il sistema di controllo dell'impennata aWC è in grado di rilevare l'inizio e la fine di un'impennata e di intervenire per accostare la ruota anteriore a terra in sicurezza, e può, anch'esso, essere regolato tramite il componente integrato. I controlli di trazione e impennata sono gli aiuti elettronici le cui configurazioni di valori possono essere pianificate con tramite la nostra piattaforma, e che la piattaforma stessa si incarica di settare durante la guida dell'utente sul circuito scelto.

3.2.2 Cruscotto virtuale

Il cruscotto virtuale deve essere in grado di visualizzare svariati parametri rilevati dall'unità elettronica: velocità istantanea, velocità media, rollio, slittamento, accelerazione longitudinale, accelerazione laterale, giri al minuto del motore, marcia, manetta, potenza istantanea del motore, coppia istantanea del motore, consumo istantaneo di carburante, consumo medio di carburante, voltaggio della batteria e temperatura del motore.

All'utente devono essere offerte due modalità di visualizzazione dei parametri, che chiameremo d'ora in poi base e avanzata. La modalità di visualizzazione base deve mostrare il parametro come valore numerico in continuo aggiornamento, accompagnato dal nome del parametro scelto e dall'unità di misura. La modalità di visualizzazione avanzata deve mostrare, invece, il valore del parametro con dei grafici dinamici. Tali grafici devono essere caratterizzati da facilità di lettura e precisione, in modo da renderne la fruizione immediata anche in una situazione di giuda sostenuta. L'utente deve poter scegliere di visualizzare contemporaneamente un parametro in modalità avanzata e multipli parametri in modalità base, la scelta dei parametri può essere modificata in qualsiasi momento e non deve precludere di scegliere lo stesso parametro simultaneamente in modalità base e avanzata.

Il cruscotto, inoltre, deve mostrare alcune spie di allarmi virtuali. Tali spie devono avvertire il conducente qualora il suo stile di guida stia diventando poco sicuro. La piattaforma vuole offrire agli utenti delle spie che monitorino parametri calcolati grazie alle proprie funzionalità, ovvero parametri non immediatamente a disposizione dei normali sistemi di bordo dei motoveicoli. I parametri scelti, allo stesso tempo, devono essere significativi dal punto di vista della sicurezza durante la

guida. Tra tutti i parametri, messi a disposizione dal cruscotto virtuale agli utenti, ve ne sono due che ben incarnano i propositi raccolti dagli allarmi virtuali: il rollio e lo slittamento. Il rollio misura l'angolo di inclinazione, o angolo di piega, della motocicletta necessario ad affrontare una curva, ovvero la rotazione del motoveicolo intorno alla retta che congiunge i punti di contatto dei pneumatici con la superficie stradale. Lo slittamento misura la perdita di aderenza tra ruota motrice e fondo stradale, il suo monitoraggio è molto importante per la sicurezza durante la guida. Tale coppia di spie deve essere caratterizzata dal superamento di soglie di valori critici. Il cruscotto virtuale deve inoltre consentire all'utente di modificare il valore della soglia di rollio, l'inclinazione raggiunta con la motovettura durante una curva, infatti, dipende dalle abilità e dallo stile di guida del conducente. Il valore della soglia di slittamento, invece, è fisso in quanto non dipende in alcun modo dallo stile di guida o dall'abilità del conducente, ma dipende direttamente dalle caratteristiche tecniche della motocicletta.

3.2.3 Navigazione

Le funzionalità di navigazione devono essere articolate in una mappa geo-referenziata e in un computer di viaggio.

La mappa offerta dalla piattaforma deve essere in grado di mostrare la posizione dell'utente, sfruttando il posizionamento GPS. La mappa deve essere capace di seguire la posizione dell'utente durante gli spostamenti e dargli anche la possibilità di cambiare liberamente la zone visualizzata, consentendo, per esempio, l'esplorazione dei dintorni o la consultazione delle strade di un'altra città. Il tracciamento della posizione dell'utente deve essere offerto all'utente sia che la connessione della piattaforma con il componente integrato del motoveicolo sia già avvenuta, sia nel caso in cui l'utente non sia ancora in sella alla propria motovettura.

La funzionalità di collocare la posizione dell'utente su mappa, anche quando separato dalla motocicletta, permette a quest'ultimo di avvalersi del supporto al parcheggio offerto dalla piattaforma. La piattaforma, infatti, deve essere in grado di memorizzare le coordinate GPS dell'ultima posizione disponibile del motoveicolo, salvandola al momento dello spegnimento. Tale posizione rappresenta, di fatto, il luogo del parcheggio e l'utente, grazie alla piattaforma, deve essere in grado di consultare tale posizione sulla mappa, e confrontarla con la propria. Il supporto al parcheggio può tornare utile, per esempio, all'utente in viaggio che non conosca bene le strade della città in cui alloggia. La funzionalità di salvataggio del luogo di parcheggio deve poter essere disabilitata a discrezione dell'utente, la piattaforma deve offrire tale possibilità nel totale rispetto della privacy dei conducenti, disattivando il supporto al parcheggio, infatti, non solo non deve venir salvata nessuna nuova posizione, ma la piattaforma deve assicurarsi di eliminare anche l'ultima posizione di parcheggio precedentemente memorizzata.

La mappa deve offrire la possibilità di eseguire ricerche di luoghi di interesse nelle immediate vicinanze dell'utente. Tali ricerche devono individuare i luoghi di interesse per categoria, per esempio i musei più vicini al luogo in cui si trova l'utente. Le informazioni sui luoghi di interesse, recuperate tramite internet, devono essere complete di nome, indirizzo e della distanza tra il luogo stesso e la posizione corrente del conducente. L'utente deve poter consultare tali informazioni sotto forma di schede riepilogative, ordinate sulla base della distanza, all'interno di un elenco, o collocando sulla mappa un segnaposto per ognuno dei luoghi trovati, in modo da visualizzare i risultati nel loro contesto geografico e toponomastico. Nello specifico della nostra piattaforma si è scelto di offrire la ricerca delle stazioni di servizio nelle immediate vicinanze dell'utente, in modo da fornire supporto, ad esempio, al conducente che si sia ritrovato in riserva in una zona poco nota. Lo sviluppo della funzionalità di ricerca è stato svolto con l'obiettivo da favorire la futura aggiunta di nuove categorie di luoghi di interesse.

La piattaforma deve essere in grado, oltre a fornire informazioni sulla posizione del motoveicolo e dei luoghi, di fornire informazioni all'utente su come raggiungere tali mete. La mappa, quindi, deve integrare la funzionalità del calcolo di percorso verso un luogo. La piattaforma, nello specifico, deve poter trovare le indicazioni su come raggiungere la propria motocicletta parcheggiata o la stazione di servizio desiderata. Il percorso trovato deve essere visualizzato graficamente sulla mappa sotto forma di tracciato congiungente la posizione utente e il luogo scelto. Il calcolo del percorso, inoltre, deve poter essere aggiornato mantenendo la destinazione fissa e considerando come partenza la nuova posizione dell'utente. L'aggiornamento del percorso già calcolato torna utile, per esempio, nel caso in cui il conducente avesse imboccato una strada diversa da quella indicata.

Oltre alla mappa e relative funzionalità la piattaforma deve offrire un computer di viaggio, ovvero, in modo simile a quello presente sulle autovetture, un supporto agli spostamenti a lungo raggio. Il computer di viaggio deve permettere agli utenti di consultare una serie di statistiche inerenti l'ultimo spostamento effettuato, come ad esempio la distanza percorsa, la velocità media mantenuta o il consumo medio di carburante sostenuto. La piattaforma deve permettere all'utente di azzerare tali statistiche a piacere, così che il conducente possa decidere quando cominci il viaggio da monitorare. Il computer di viaggio, inoltre, deve integrare la possibilità di salvare gli itinerari seguiti dai conducenti. Nello specifico la piattaforma deve generare dei file contenenti i tragitti percorsi, e permettere agli utenti di gestire tali file. Gli utenti devono, tramite la piattaforma, poter eliminare i file a cui non sono più interessati o inviarli come allegati email. Gli itinerari salvati permettono di rivedere il viaggio effettuato, se aperti tramite mappe su PC, e permettono di condividere i propri percorsi con altri appassionati delle due ruote.

3.2.4 Altre funzionalità

La piattaforma deve permettere agli utenti di consultare, in formato digitale e anche in assenza di una connessione internet, i manuali d'uso e manutenzione dei motoveicoli. Tale semplice funzionalità permette anche ai conducenti delle due ruote di avere sempre con sé il manuale del proprio veicolo, disponibilità altrimenti limitata dalla naturale carenza di vani portaoggetti delle motociclette.

Un'altra funzionalità secondaria concerne la scelta delle unità di misura, relative ai valori di alcuni parametri mostrati dalla piattaforma agli utenti. Vi sono alcune grandezze che, nell'ambito automotive, sono utilizzate con diverse unità di misura a seconda che i paesi adottino il Sistema Internazionale o quello Imperiale, e la nostra piattaforma deve dare la possibilità agli utenti di scegliere le unità di misura preferite. Nello specifico le grandezze, che devono godere della presenza di unità di misura multiple tra cui scegliere, sono la velocità (e di conseguenza anche la distanza), il consumo di carburante e la temperatura. La piattaforma vuole mettere a disposizione dell'utente il più alto grado di personalizzazione, e quindi quest'ultimo deve poter scegliere per ognuna delle grandezze citate l'unità di misura preferita, in modo indipendente dalle altre. Inoltre, anche, la funzionalità di gestione delle unità di misura deve essere progettata in modo tale da facilitare l'aggiunta futura di nuove unità.

Capitolo 4

Design dell'esperienza utente

In questo capitolo prendiamo in considerazione il design dell'esperienza utente. La caratterizzazione dell'esperienza utente si articola in tre aspetti sinergici dello strato applicativo: il flusso di navigazione tra le schermate che offrono le diverse funzionalità, l'interfaccia grafica che costruisce l'aspetto visivo e determina la leggibilità delle funzionalità, e i controlli che permettono all'utente di interagire con la piattaforma. L'usabilità dell'applicativo software è una caratteristica trasversale a tutti e tre gli aspetti, ovvero flusso di navigazione, interfaccia grafica e controlli sono stati progettati sulla base dell'usabilità, mentre dal punto di vista dell'utente finale l'usabilità è determinata dalla loro realizzazione e da come cooperano tra di loro.

4.1 Flusso di navigazione

Il flusso di navigazione dello strato applicativo della piattaforma governa i percorsi che gli utenti devono effettuare tra le varie schermate al fine di passare da una funzionalità all'altra.

Il processo di progettazione del flusso è cominciato non appena le funzionalità della piattaforma hanno raggiunto uno stadio di comprovata consolidazione. Tale processo si è svolto in maniera iterativa, ed è continuato fino a quando non sono state coperte tutte le funzionalità desiderate, e non si è raggiunto un livello di semplificazione tale da soddisfare i nostri obiettivi di usabilità. La forma finale del flusso di navigazione non coincide con quella assunta alla fine della fase di progettazione, anche per il flusso sono avvenuti dei raffinamenti e miglioramenti durante la realizzazione sulla base dei suggerimenti raccolti nei test su pista.

Illustriamo il flusso di navigazione avvalendoci di schematismi, di alto livello, che sono stati prodotti durante la fase di progettazione. In tali schematismi le schermate sono rappresentate da rettangoli, azzurri per le schermate principali e blu per le schermate in sovrimpressione o pop-up, i bivi decisionali sono mostrati sotto forma di rombi con uscite multiple, le azioni svolte dalla piattaforma raffigurate come cilin-

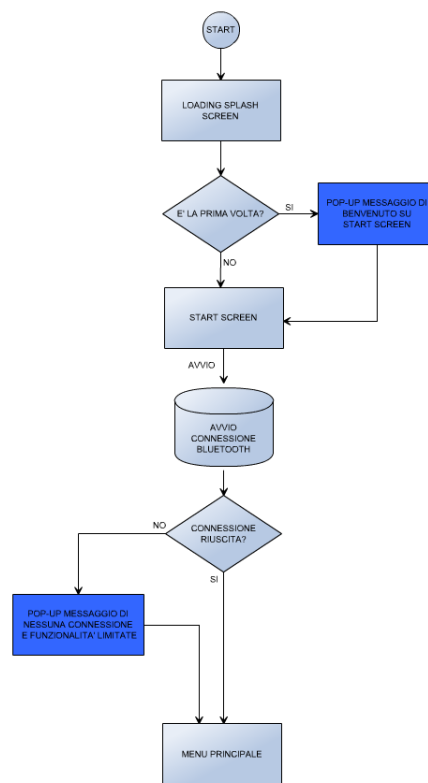



Figura 4.1: Lo schema degli eventi all'avvio dell'applicazione.

dretti, il punto d'ingresso del flusso di navigazione è rappresentato come un cerchio, infine il flusso vero e proprio è mostrato sotto forma di archi orientati che collegano i vari elementi tra loro.

L'ordine con cui viene mostrato il flusso non rispecchia l'ordine di progettazione, ma vuole seguire idealmente l'ordine con cui un immaginario utente finale potrebbe farne esperienza. Gli schematismi mostrati rappresentano lo stadio di sviluppo del flusso di navigazione così come si presentava alla fine del processo iterativo di progettazione. La scelta di mostrare tali schemi è funzionale a mettere in evidenza i risultati prodotti dalla fase di design. I raffinamenti apportati al flusso durante la fase di realizzazione dell'applicativo software saranno discussi in un capitolo successivo.

4.1.1 Avvio dell'applicativo software

La figura 4.1 mostra lo schematismo che riassume il flusso di navigazione tra l'avvio dell'applicativo software fino al raggiungimento della schermata di menu principale.

La prima schermata che l'utente incontra, dopo aver lanciato l'applicativo della piattaforma, è una schermata di caricamento, in cui l'applicativo sta svolgendo delle operazioni preliminari, come per esempio preparare la schermata di menu principale o caricare in memoria i file di configurazione dei circuiti. L'applicativo, non appena

ha terminato i preparativi, si interroga se questa sia la prima volta che l'utente lo abbia avviato, in caso di riconoscimento positivo mostra una schermata di pop-up di benvenuto. Il pop-up di benvenuto ha il compito di far scegliere all'utente il modello di motoveicolo che intende connettere alla piattaforma. Nel nostro caso specifico, infatti, chiediamo all'utente di quale modello di motocicletta Aprilia V4 intenda avvalersi.

In entrambi i casi in cui il pop-up di benvenuto sia stato mostrato o meno all'utente, la schermata successiva che viene raggiunta è quella iniziale (start screen). La schermata iniziale propone all'utente un messaggio inerente l'utilizzo della piattaforma durante la guida dei motoveicoli e la sicurezza propria e degli altri. Tale messaggio deve sensibilizzare e consigliare gli utenti su come utilizzare la piattaforma, e scoraggiare utilizzi non previsti, per il suo ruolo di comunicazione di intenti tra sviluppatori e utilizzatori finali il messaggio viene mostrato ad ogni avvio dell'applicativo.

Quando l'utente conferma di aver letto il messaggio sulla sicurezza l'applicativo avvia la connessione Bluetooth verso il componente elettronico integrato del motoveicolo. Nel nostro caso viene avviata la ricerca del componente Piaggio Multimedia Platform (PMP), e affinché il componente possa essere trovato e la connessione instaurata la motovettura deve essere già stata accesa con il giro di chiave: l'accensione del motoveicolo, infatti, attiva anche l'unità PMP. Se la connessione non viene instaurata entro un tempo limite l'utente tramite schermata pop-up viene informato dell'insuccesso e che le funzionalità dell'applicativo software, che necessitano di ricevere dati dal motoveicolo, avranno limitazioni.

Infine l'utente, in entrambi i casi di connessione instaurata e di connessione fallita, giunge alla schermata del menu principale. La connessione potrà essere ritentata dalla schermata delle opzioni.

4.1.2 Menu principale

La figura 4.2 mostra la panoramica del flusso di navigazione a disposizione dell'utente a partire dal menu principale. Il menu principale permette all'utente di accedere con una semplice iterazione alla maggior parte delle funzionalità presenti sulla piattaforma, il suo ruolo, infatti, è di fornire un ponte di collegamento tra le più importanti schermate.

Il menu permette di far avanzare il flusso di navigazione verso le seguenti schermate: cruscotto virtuale, elenco dei circuiti, mappa geo-referenziata, computer di viaggio, opzioni, istruzioni di utilizzo dell'applicativo software, manuale di uso e manutenzione del motoveicolo, e note legali sull'utilizzo della piattaforma.

Il menu, inoltre, segna la prima vera schermata dell'esperienza utente, le schermate precedenti, infatti, rappresentano una sorta di preambolo alla stessa, e sono presentate una sola volta ad ogni avvio dell'applicativo software. Il menu principale costituisce l'arteria principale del flusso di navigazione, l'utente deve ripassare da

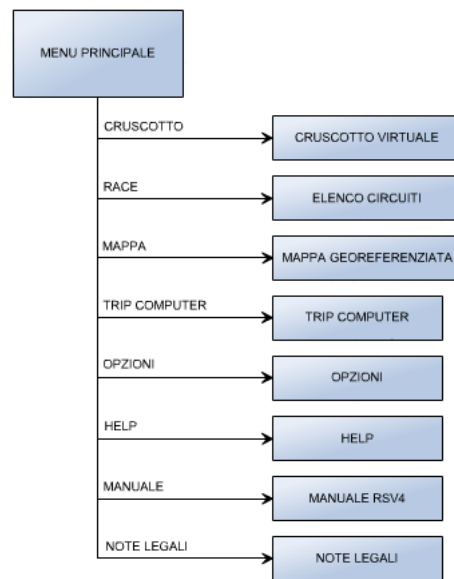



Figura 4.2: Lo schema delle scelte offerte all'utente dal menu principale.

esso per raggiungere le schermate sopracitate, per questo il menu può essere richiamato da qualsiasi schermata principale con un semplice comando dedicato. Il poter accedere al menu principale da tutte le altre schermate rende il cambio di schermata, e quindi di funzionalità, semplice e veloce, soddisfacendo a pieno titolo i requisiti di usabilità che ci eravamo posti.

Il fatto che ci sia un comando dedicato a tornare da qualsiasi schermata principale a quella del menu va tenuto a mente anche mentre illustriamo le altre porzioni del flusso di navigazione. Per esigenze pratiche di spazio, e per esigenza di chiarezza nella spiegazione abbiamo evitato di mostrare lo schematismo completo del flusso, preferendo spezzarlo in sotto-schemi dedicati alle singole funzionalità, e nell'operazione di partizionamento si è sacrificato in favore della pulizia visiva il riportare in tutte le immagini gli archi di ritorno al menu principale.

4.1.3 Selezione del circuito

Seguiamo il flusso come se l'utente, partendo dal menu principale, avesse scelto di accedere all'elenco dei circuiti. L'elenco dei circuiti è la prima schermata dedicata al supporto del racing, e, come si può vedere dalla figura 4.3, costituisce la porta di accesso al cuore della funzionalità.

L'elenco dei circuiti, come lascia intuire il nome, contiene la lista dei circuiti motociclistici supportati dalla piattaforma, che permettono anche a privati l'accesso per sessioni di corsa.

Dalla schermata dell'elenco per ogni circuito si può accedere alla schermata dei tempi, dove è possibile consultare i tempi registrati dal conducente in pista grazie

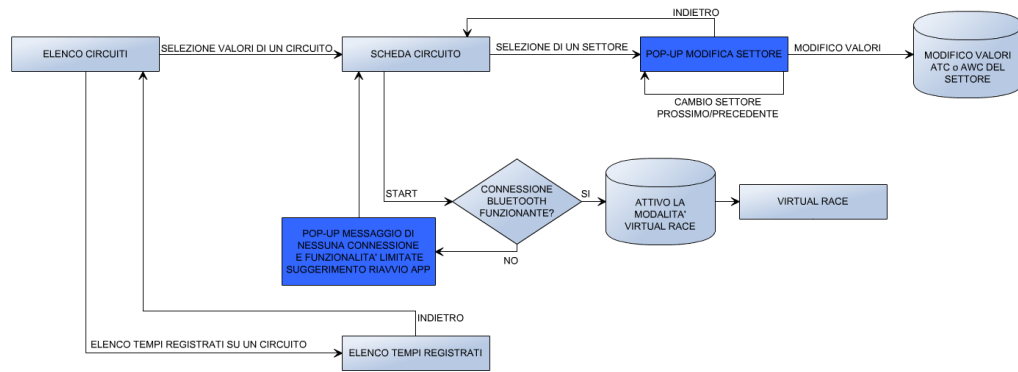



Figura 4.3: Lo schema delle funzionalità offerte dalla selezione dei circuiti.

alla piattaforma. Dalla schermata dei tempi è possibile tornare a quella dell'elenco di circuiti, e, ovviamente, tornare a quella del menu principale usando il comando dedicato.

La schermata dell'elenco dei circuiti permette di accedere a quella della scheda circuito, e, come per i tempi registrati in pista, ogni circuito ha la sua scheda dedicata. La schermata scheda circuito contiene la mappa del tracciato del circuito, e ne mostra la suddivisione in sezioni. Il partizionamento in sezioni è alla base del supporto attivo al racing della piattaforma, infatti per ogni sezione è possibile impostare valori diversi degli aiuti elettronici presenti sul motoveicolo. La suddivisione del circuito in sezioni è l'approccio usato dalle squadre professionistiche di motociclismo alla preparazione della gara, e grazie alla nostra piattaforma viene messo a disposizione degli utenti. La scheda del circuito, infatti, permette di consultare i valori salvati degli aiuti elettronici per ogni sezione, di cui è composto il tracciato del circuito, e di personalizzare tali valori a proprio piacimento. La prima volta che si consulta la scheda di un circuito sono presenti dei valori già configurati per gli aiuti elettronici, tali valori sono consigliati dalla piattaforma all'utente sulla base delle caratteristiche del circuito per ognuna delle sezioni in cui è suddiviso.

Lo scopo della scheda del circuito, però, non è di consentire semplicemente la consultazione di tali valori ma di permettere la personalizzazione degli stessi: selezionando i valori che l'utente desidera cambiare comparirà la schermata pop-up dedicata alla modifica dei valori. La schermata di modifica degli aiuti elettronici mostra il dettaglio della sezione del tracciato selezionata e permette di cambiare in modo progressivo i valori degli aiuti assegnati a tale porzione del circuito, permette inoltre di passare in modo ciclico da una sezione di tracciato all'altra. I valori impostati in questa schermata saranno quelli che la piattaforma configurerà in modo automatico durante la sessione su circuito dell'utente, ogni volta che l'utente raggiungerà una nuova sezione del tracciato la piattaforma si incaricherà di propagare i valori scelti all'elettronica della motovettura, lasciando così l'utente libero di potersi concentrare sull'esperienza di guida. Dalla schermata di pop-up si può fare ritorno alla schermata

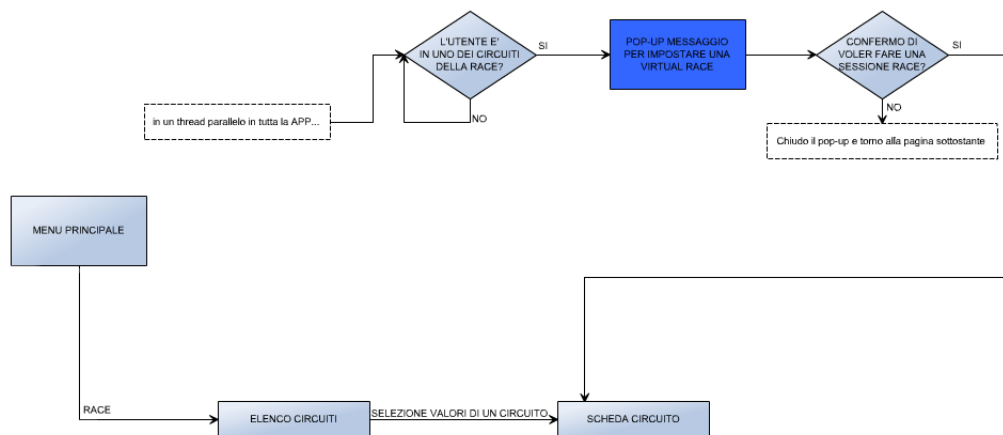



Figura 4.4: Lo schema della funzionalità per il riconoscimento automatico della prossimità di circuito.

della scheda del circuito convalidando la modifica dei valori, o richiamare il menu principale. Nel caso specifico della nostra piattaforma si possono configurare i valori per gli aiuti elettronici dedicati al controllo della trazione e dell'impennata.

Dalla schermata della scheda circuito l'utente può arrivare a quella di corsa virtuale, questo passaggio nel flusso di navigazione è abilitato solo se l'utente si trova geograficamente nei pressi del circuito selezionato, il controllo viene eseguito dalla piattaforma grazie alla connessione internet e la localizzazione GPS. Tale controllo è assente nello schematismo, infatti è stato aggiunto nella fase implementativa. Il supporto attivo alla corsa su circuito ha senso solo se l'utente si trova realmente all'interno del circuito selezionato, in caso contrario un utente potrebbe chiedere alla piattaforma di eseguire il supporto anche fuori dal circuito, rischiando così di ricevere modifiche degli aiuti elettronici non adatte al tratto di strada attualmente percorso. Come si può capire dallo scenario appena tratteggiato, l'aggiunta del controllo geografico per il raggiungimento della schermata di corsa virtuale è stato introdotto per garantire la sicurezza degli utenti finali.

Facciamo l'esempio che l'utente si sia recato a Imola per poter correre con il proprio motoveicolo nel circuito omonimo, appena giungerà sufficiente vicino al tracciato potrà passare dalla schermata della scheda del circuito di Imola alla schermata di corsa virtuale. Nel passaggio da una schermata all'altra viene controllato che la connessione con il componente integrato della motovettura sia ancora attiva, in caso contrario sarebbe impossibile per la piattaforma dare luogo al supporto attivo.

4.1.4 In prossimità di circuito

La figura 4.4 mostra una variante del flusso di navigazione con la quale l'utente può raggiungere la schermata della scheda di circuito, senza dover transitare per l'elenco dei circuiti.

Come è stato illustrato, affinché l'utente possa effettivamente accedere alla schermata di corsa virtuale per un circuito selezionato, deve essere verificata la sua prossimità geografica a tale tracciato. Guardiamo a questo requisito da un altro punto vista: si può anche pensare che un utente in viaggio con il proprio motoveicolo, con la nostra piattaforma attiva e connessa, e transitante in prossimità di uno dei circuiti presenti sulla piattaforma stessa, possa essere con buona probabilità diretto proprio verso tale circuito. Sulla scia di tale considerazione abbiamo progettato nel flusso di navigazione che la piattaforma fosse dotata di un controllo periodico per stabilire se l'utente giungesse nei pressi di uno dei circuiti disponibili. Qualora il controllo abbia riscontro positivo la piattaforma deve informare l'utente di tale fatto mostrando un pop-up, che lo invita a configurare i parametri degli aiuti elettronici in preparazione ad una sessione di corsa sul vicino tracciato. Se l'utente conferma il suo interesse viene indirizzato direttamente alla scheda del circuito rilevato, senza dover passare manualmente dalla schermata dell'elenco dei circuiti. Nel caso in cui l'utente risponda all'invito in modo negativo tornerà semplicemente alla schermata in cui già si trovava al momento della comparsa del pop-up.

Il controllo automatico di prossimità è una diretta espressione del principio di usabilità, che abbiamo posto alla base della progettazione dell'esperienza utente. Infatti il pop-up che propone all'utente di fare una sessione di corsa nel vicino circuito può essere mostrata a partire da qualunque altra schermata principale, a meno che l'utente non abbia già raggiunto la schermata di corsa virtuale, ovvero che stia già guidando sul tracciato. Inoltre, prevedendo il fatto che un utente possa transitare in prossimità di un circuito con la piattaforma attiva senza avere intenzione di visitarlo, il controllo automatico di prossimità mostra la schermata di invito all'utente sola una volta per ogni avvio dell'applicativo, in caso contrario l'utente sarebbe continuamente esposto a tale schermata fino a quando non si allontana a sufficienza dal circuito.

4.1.5 Corsa su circuito

Prendiamo ora in considerazione il flusso di navigazione riguardante la funzionalità di supporto attivo alla corsa su circuito. Lo schematismo in figura 4.5 mostra che le schermate coinvolte da tale funzionalità sono la corsa virtuale, il cruscotto virtuale e il menu ridotto.

Continuiamo l'esempio dell'utente che si reca al circuito di Imola per svolgere una sessione di corsa con la propria motocicletta. L'utente è già entrato nella struttura del tracciato e, dopo essersi preparato, sceglie dalla schermata di elenco dei circuiti Imola. Nella schermata della scheda studia la mappa del circuito e visiona i valori proposti per gli aiuti elettronici, decidendo di modificare i valori per un paio di sezioni del tracciato. Quando ha finito di modificare i valori degli aiuti l'utente può passare alla schermata di corsa virtuale, il controllo geografico è soddisfatto, infatti l'utente è già all'interno del circuito e la connessione con il componente integrato

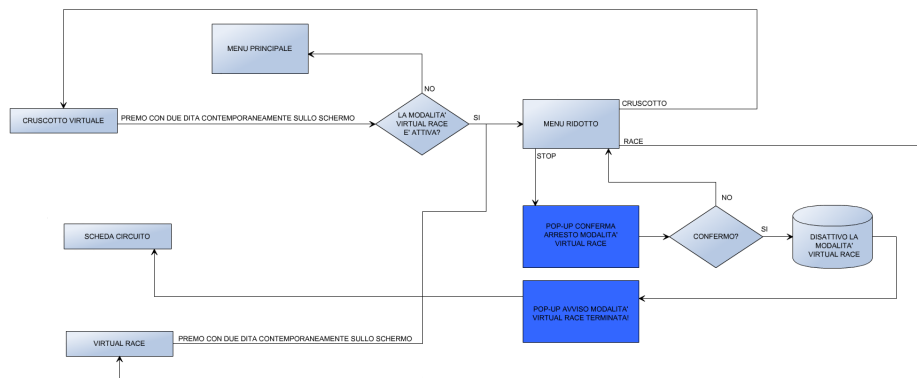



Figure 4.5: Lo schema delle funzionalità offerte all'utente per il supporto alla corsa su circuito.

è perfettamente attiva. Adesso all'utente non rimane che assicurare il dispositivo ospitante l'applicativo al manubrio del motoveicolo, salire in sella e scendere in pista.

La schermata di corsa virtuale mostra la proiezione della posizione utente sul tracciato, i valori degli aiuti elettronici per la sezione di circuito corrente e per quella successiva, e ulteriori suggerimenti di guida.

Dalla schermata di corsa virtuale si può richiamare la schermata di menu, grazie al comando dedicato. La schermata di menu mostrata durante il supporto attivo al racing è diversa da quelle del menu principale raggiungibile dalle altre schermate. Tale menu, dedicato alla corsa virtuale, è una versione ridotta di quello principale, e offre una limitata selezione di movimenti nel flusso di navigazione. Dal menu ridotto si può passare alla schermata di cruscotto virtuale, tornare alla schermata di corsa virtuale o interrompere il supporto attivo al racing.

Supponiamo che l'utente abbia già completato un paio di giri del tracciato avvalendosi della schermata di corsa virtuale, e che ora rientri nei box a bordo pista per una pausa. Qui decide che ha preso sufficiente confidenza con il tracciato, e che i valori degli aiuti elettronici scelti si adattano bene al suo stile di guida e alle varie sezioni del circuito, quindi richiama il menu ridotto dalla schermata di corsa virtuale e passa a quella di cruscotto virtuale. Nel cruscotto virtuale l'utente sceglie i parametri preferiti e torna in pista per continuare la sua sessione di corsa.

Al termine della corsa l'utente richiama il menu ridotto e sceglie di interrompere il supporto attivo al racing, la piattaforma gli mostrerà un pop-up per chiedergli conferma delle sue intenzioni e confermando l'utente sarà riportato alla schermata di scheda del circuito. Giunto nella schermata di scheda di circuito un ulteriore pop-up confermerà all'utente che la modalità di supporto attivo alla corsa su circuito è stata interrotta correttamente, e che la registrazione è terminata con successo.

Ora la sessione di corsa di circuito è terminata e se l'utente richiama con il comando dedicato il menu la piattaforma mostrerà di nuovo la schermata di menu principale, permettendo all'utente, per esempio, di navigare fino alla scherma dei

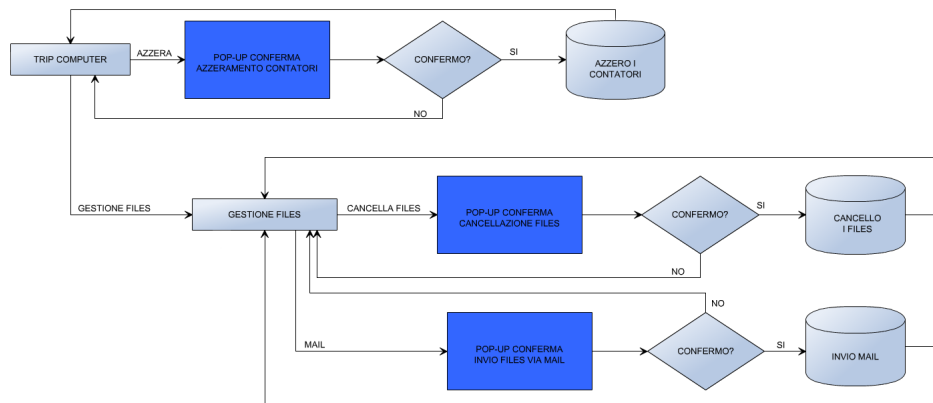



Figure 4.6: Lo schema delle opzioni a disposizione dell'utente per la funzionalità computer di viaggio.

tempi registrati sul tracciato di Imola per vedere di quanto secondi è riuscito a migliorare rispetto alla sua ultima visita al circuito.

L'adattamento della schermata del menu alla corsa virtuale è un altro degli accorgimenti studiati in funzione dell'usabilità. La schermata di menu ridotto è stata progettata per facilitare l'utente nell'utilizzo della piattaforma, mettendogli a disposizione un flusso di navigazione pensato appositamente per adattarsi a un momento tanto concitato quanto la corsa su circuito. Il menu ridotto, per questo, evita di presentare all'utente l'accesso a quelle funzionalità che non tornerebbero utili durante la corsa su pista. Tale modifica temporanea ai collegamenti disponibili permette di raggiungere in modo più semplice le schermate desiderate e riduce drasticamente errori di navigazione da parte dell'utente dovuti alla necessità di un utilizzo rapido. Anche il menu ridotto e la sessione di supporto attivo al racing sono stati progettati in modo tale da facilitare la futura aggiunta di nuove funzionalità dedicate alla corsa su pista.

4.1.6 Computer di viaggio

Dalla schermata del menu principale si può accedere alla schermata del computer di viaggio. Tale schermata, come mostrato dallo schematismo in figura 4.6, consente l'accesso alla gestione dei file degli itinerari.

La schermata del computer di viaggio contiene le statistiche relative all'ultimo viaggio effettuato dal conducente e permettere di azzerarne i contatori. Quando l'utente decide che desidera monitorare un nuovo spostamento che sta per compiere, sceglie l'opzione di azzeramento, a quel punto la piattaforma mostra un pop-up in cui chiede all'utente di confermare le proprie intenzioni. Se l'utente risponde positivamente alla richiesta di conferma la piattaforma riporta l'utente alla schermata del computer di viaggio dove le statistiche sono state tutte resettate, in caso contrario

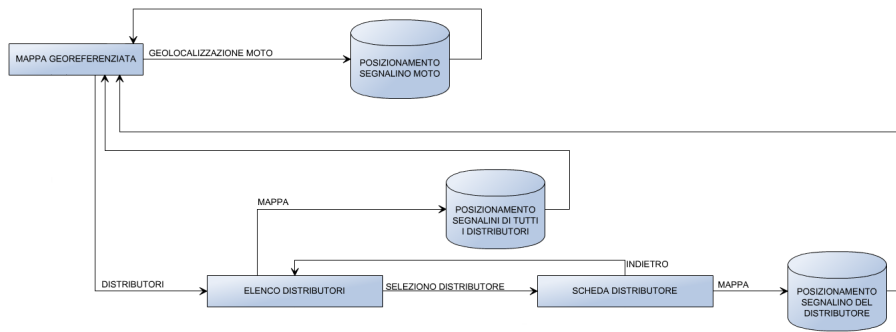



Figura 4.7: Lo schema delle funzionalità offerte all'utente dalla mappa con localizzazione GPS.

l'utente tornerà comunque alla stessa schermata ma le statistiche riporteranno gli ultimi valori raggiunti.

Dalla schermata di computer di viaggio si può raggiungere quella di gestione dei file degli itinerari. In questa schermata i file dei percorsi sono mostrati sotto forma di elenco contenente informazioni come il nome del file e la data di creazione dello stesso. Per ognuno dei file presenti nell'elenco è possibile richiedere alla piattaforma di eseguire due diverse operazioni: cancellare il file o inviare il file come allegato email. In entrambi i casi verrà mostrata all'utente una schermata di pop-up per chiedere conferma delle proprie intenzioni. Dopo che l'utente risponderà al pop-up verrà riportato, in entrambi i casi, alla schermata dell'elenco dei file, sia a operazioni svolte sia a operazioni annullate. Nel caso in cui l'utente abbia confermato l'intenzione di rimuovere un file, ovviamente, esso non comparirà più nell'elenco mostrato dalla schermata.

Ricordiamo che l'utente può richiamare il menu principale da tutte le ultime schermate illustrate, avrebbe potuto ritornare al menu a partire dalla schermata del computer di viaggio, o da quella di gestione dei file degli itinerari o persino dalle schermate di pop-up di conferma delle operazioni.

4.1.7 Mappa

Un'altra schermata raggiungibile dal menu principale è quella dedicata alla mappa con localizzazione GPS. Come si può capire dallo schema di figura 4.7, anche a partire dalla mappa si possono raggiungere ulteriori schermate.

Facciamo l'esempio di un utente che sia in viaggio con il proprio motoveicolo e la nostra piattaforma attiva. Nel bel mezzo del viaggio l'utente si accorge di essere entrato in riserva, così si ferma appena possibile per ricercare tramite la piattaforma una stazione di servizio nelle vicinanze. Appena fermo richiama dalla schermata del cruscotto virtuale, che stava precedentemente utilizzando durante il viaggio, il menu principale e da qui raggiunge la schermata della mappa. La localizzazione GPS della

piattaforma individua la posizione dell'utente e colloca sulla mappa stradale della zona un segnalino che la indica. L'utente da questa schermata lancia la ricerca delle stazioni di servizio più vicine, e appena la piattaforma ha ricevuto i risultati li mostra all'utente in una nuova schermata, dove le stazioni di servizio trovate sono elencate a partire dalla più vicina fino alla più distante. Nella schermata dell'elenco dei risultati l'utente può scegliere se visualizzare tutti i distributori trovati sulla mappa, per rendere ancora più intuitivo il loro posizionamento. Nel nostro caso, invece, immaginiamo che l'utente si avvalga dell'altra possibilità messa a disposizione dalla schermata dei risultati, ovvero l'utente seleziona la stazione di servizio più vicina per leggerne i dettagli, infatti la piattaforma è in grado di mostrare un pop-up contenente i dettagli completi del risultato scelto. La schermata pop-up con la scheda della stazione selezionata contiene il nome dell'attività, il suo indirizzo completo e riporta ancora la distanza dalla posizione utente. L'utente può chiudere tale scheda per ritornare all'elenco, o come per il nostro esempio scegliere la stazione di servizio come destinazione. In questo caso il flusso riporta l'utente alla schermata della mappa, a cui viene aggiunta un segnaposto per la stazione di servizio scelta.

Lo schematismo mostra anche come dalla schermata della mappa sia possibile posizionare una segna-posto per la motocicletta. La piattaforma, infatti, è in grado di salvare la posizione GPS del motoveicolo connesso al momento dello spegnimento tramite chiave. L'utente può richiamare la posizione del parcheggio e visualizzarla tramite la mappa.

4.2 Interfaccia grafica

L'interfaccia grafica dell'applicativo software determina l'impatto visivo della piattaforma verso gli utenti. Il processo di design della grafica è cominciato quando la progettazione del flusso di navigazione era già avviata ed è terminato dopo la fine di quest'ultima. Modifiche e raffinamenti agli elementi dell'interfaccia, inoltre, sono avvenuti anche durante l'intera fase implementativa sulla base dei suggerimenti raccolti dai piloti nei test in pista.

L'obiettivo dell'interfaccia grafica è dare alle funzionalità un volto che sia immediatamente riconoscibile e facilmente leggibile da parte dell'utente, ovvero deve essere in grado di comunicare visivamente l'usabilità per la quale tanti sforzi sono stati profusi. La grafica inoltre deve saper dare un aspetto omogeneo a funzionalità con esigenze visive diverse, l'utente deve percepire in ogni schermata della piattaforma uno stile comune e un'unica identità.

Nello specifico per l'applicativo software abbiamo lavorato affinché la piattaforma esprimesse, anche visivamente, il concetto di essere un'estensione diretta dei motoveicoli. La grafica, quindi, riprende e rielabora lo stile, le linee e i colori delle motociclette Aprilia V4, conferendo un forte di senso di continuità tra oggetto fisico e

applicativo digitale. I colori dominanti sono il rosso, il nero e il grigio metallizzato; lo stile e linee, inoltre, riprendono quelli delle grafiche del motociclismo professionistico, evidenziando fin da subito l'elemento delle corse su circuito.

Ricordando che abbiamo scelto gli smartphone per lo sviluppo dell'applicativo software, vogliamo mettere in evidenza come le soluzioni adottate nel design dell'interfaccia grafica siano in stretta relazione con le caratteristiche di tali dispositivi. Gli ultimi modelli di smartphone equipaggiano schermi a sempre più alte risoluzioni, ma le cui dimensioni fisiche devono rimanere contenute, pena il sacrificio di essere un dispositivo portatile. Gli schermi sui quali l'applicativo deve essere visualizzato, quindi, non hanno problemi di risoluzione e sono in grado di mostrare molti elementi contemporaneamente, ma hanno a disposizione una spazio di dimensioni limitate in cui ammirare tali dettagli. Inoltre la natura stessa della piattaforma implica che l'applicativo verrà utilizzato sopratutto in movimento, situazioni in cui la necessità di leggere una schermata velocemente è fondamentale. Tutte queste premesse ci hanno portato a progettare un'interfaccia grafica che fosse in grado di utilizzare al massimo lo spazio disponibile, di riempire letteralmente lo schermo, scegliendo di avere sempre un numero controllato di elementi contemporaneamente presenti, per permettere una fruizione delle schermate sempre chiara e immediata.

La realizzazione di tali intenti è stata possibile grazie ad una progettazione dei controlli utente che è stata portata avanti parallelamente a quella dell'interfaccia grafica. Nello specifico la possibilità di avvalersi degli schermi sensibili al tocco degli smartphone ci ha permesso di ridurre gli elementi grafici dedicati alle funzionalità di navigazione e utilizzo, impiegando al loro posto, dove possibile, il riconoscimento delle dita e dei gesti.

Come per il flusso di navigazione, illustriamo ora le singole soluzioni adottate nel design dell'interfaccia grafica avvalendoci delle schermate preparate in fase di progettazione. I cambiamenti occorsi nelle schermate durante la fase implementativa saranno discussi successivamente.

4.2.1 Menu principale

L'immagine di figura 4.8 mostra la grafica che è stata preparata per il menu principale. Il design prevede di mostrare l'accesso alle varie funzionalità sotto forma di icone bianche su sfondo scuro, inscritte in una cornice circolare decorata con un'etichetta rettangolare, recante il nome della funzionalità indirizzata. Già da questa prima schermata è possibile riconoscere l'uso dei colori dominanti dell'interfaccia grafica: il rosso per le cornici e le etichette, il nero per lo sfondo delle icone e per le due barre, il grigio metallizzato per lo sfondo.

Lo sfondo, che riporta il disegno tecnico di una motocicletta Aprilia V4, è uno degli elementi che verrà utilizzato per dare omogeneità all'impatto grafico, come vedremo verrà ripreso anche in altre schermate.

Figura 4.8: L'interfaccia grafica del menu principale.

Le barre superiore e inferiore sono anch'esse elementi costanti nelle schermate dell'applicativo software. La barra superiore, oltre a ospitare il logo dell'applicativo, riporta in alto a destra il nome della schermata che l'utente sta visualizzando. Nella figura 4.8 il nome manca, infatti, è un accorgimento che è stato introdotto a partire dal design di altre schermate e che in fase di realizzazione è stato esteso anche al menu. La presenza del nome, per quanto possa sembrare ridondante, aiuta l'utente ad orientarsi all'interno dell'applicativo e migliora, utilizzando semplicemente una scritta, il riconoscimento immediato della schermata e di conseguenza l'usabilità. La barra inferiore è utilizzata nelle schermate dove è richiesta una zona di contrasto per mettere in evidenza elementi grafici importanti, come il messaggio presente nel menu principale o i tasti utilizzati da altre funzionalità.

Nell'immagine possiamo notare come una delle icone presenti la cornice di colore giallo anziché rosso, tale icona diversa evidenzia l'ultima schermata visitata dall'utente. Questo comportamento contestuale del menu vuole migliorare la navigazione dell'utente all'interno dell'applicativo, e aiutarlo soprattutto nei primi utilizzi ad associare le icone del menu principale alle varie funzionalità. Il numero delle icone nell'immagine non è indicativo di quello finale, ma la disposizione su due righe è organizzata al fine di collocare nella riga superiore le icone delle funzionalità più importanti dell'applicativo.

L'interfaccia grafica del menu ridotto è del tutto simile a quella del menu principale, le due schermate differiscono solo per numero di icone. Il menu ridotto presenta solo le icone delle funzionalità disponibili durante il supporto attivo al racing e un'icona aggiuntiva per l'interruzione della sessione di corsa su circuito.

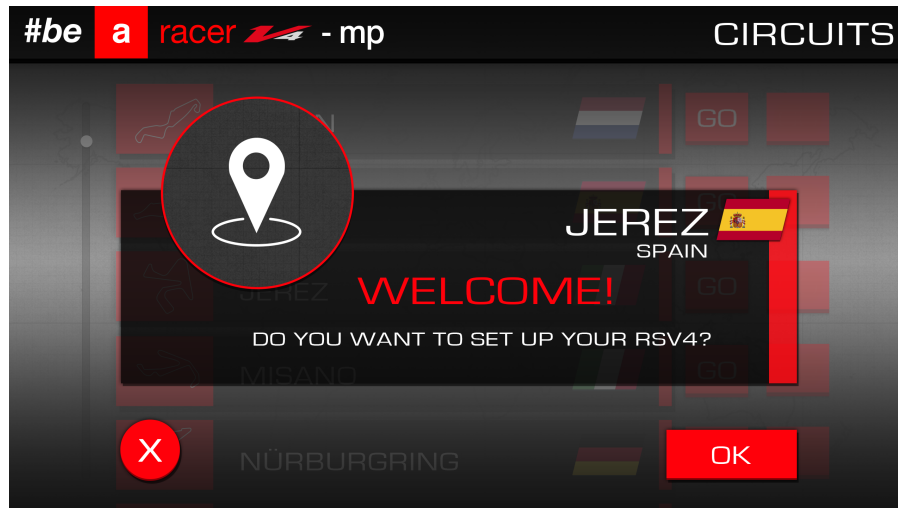



Figura 4.9: L'interfaccia grafica della schermata pop-up.

4.2.2 Schermata pop-up

Le schermate di pop-up permettono di visualizzare messaggi diretti all'utente con massima priorità, la comparsa di tali schermate avviene in sovrimpressione alle altre, inibendo momentaneamente le interazioni con la funzionalità prevaricata. Grazie ai pop-up la piattaforma può rivolgersi all'utente per informarlo, per chiedere conferma prima di eseguire determinate azioni, o per mostrare i dettagli di elementi riassuntivi. La figura 4.9 mostra il design di progettazione della schermata di pop-up.

L'interfaccia grafica dei pop-up è stata pensata per essere utilizzata con tutti i possibili messaggi visualizzati. L'elemento principale che caratterizza la schermata è di forma rettangolare di colore nero, decorato con una fascia laterale di colore rosso. All'interno di tale elemento è ospitato il messaggio vero e proprio del pop-up, composto da un titolo di colore rosso e dimensione marcata, e dal testo del messaggio di colore bianco e dimensione più modesta. Il titolo ha a disposizione un'unica riga, mentre il testo del messaggio può essere distribuito su tre righe.

Nella parte in alto a sinistra del rettangolo principale è sovrapposto un elemento circolare con bordo rosso e sfondo grigio, al cui interno è mostrata un'icona. L'icona deve simboleggiare la tipologia del messaggio di pop-up visualizzato e dare un tono al testo, per esempio l'icona mostrata in figura 4.9 è quella preparata per il riconoscimento automatico di prossimità ad un circuito. Abbiamo predisposto diverse icone, una diversa per ogni tipologia di messaggio mostrato.

La parte in alto a destra, invece, è dedicata a eventuali informazioni aggiuntive che il pop-up può mostrare all'utente. Per esempio potrebbero essere mostrati il nome di un circuito accompagnato dalla sua nazione e bandiera, o potrebbe essere visualizzata la distanza di un luogo di interesse dalla posizione utente. Non tutti i messaggi di pop-up fanno uso di tale area.

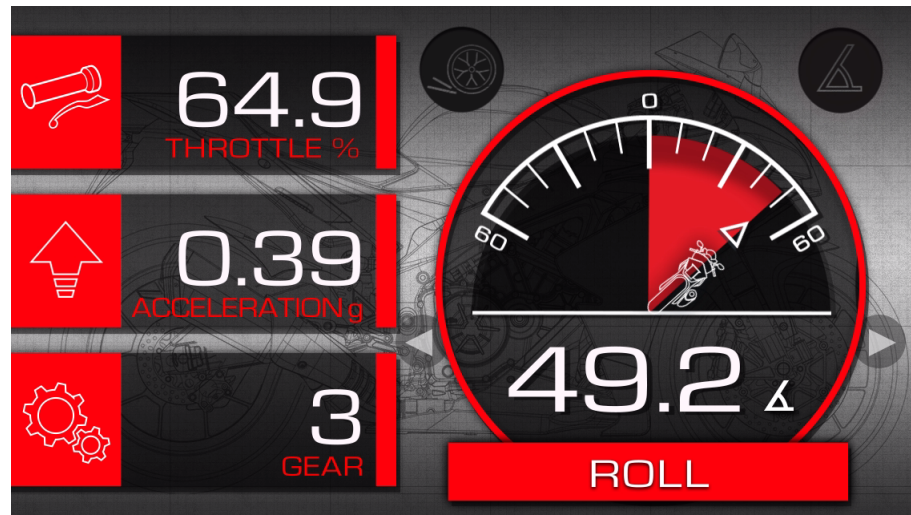



Figura 4.10: L'interfaccia grafica del cruscotto virtuale.

Al di sotto dell'elemento principale trovano posto i tasti dedicati al messaggio di pop-up. In fase di design sono stati preparati sia tasti dalla forma circolare, sia dalla forma rettangolare, entrambi i tipi sono di colore rosso con icone o scritte di colore bianco. Ogni pop-up potrebbe richiedere un numero diverso di tasti, un pop-up di conferma di un'azione per esempio avrebbe un tasto affermativo ed uno negativo, un pop-up informativo, invece, avrebbe un solo tasto di presa visione. A livello di design abbiamo deciso di mantenere i tasti con valenza positiva o affermativa sul lato destro del pop-up e quelli con valenza negativa sul sinistro, e di adottare tale disposizione per tutti i messaggi. Nella versione finale dell'interfaccia grafica sono stati scelti i tasti di forma rettangolare, che meglio si adattano alle altre forme presenti nel pop-up.

La schermata di pop-up è dotata di un proprio sfondo semitrasparente sulle tonalità del grigio, che ha il ruolo di sfocare la schermata a cui il messaggio viene sovrapposto, per comunicare all'utente, anche visivamente, l'idea della momentanea sospensione della normale attività.

4.2.3 Cruscotto virtuale

L'interfaccia grafica del cruscotto virtuale, come si può vedere dall'immagine 4.10, occupa l'intero spazio della schermata. Nel design della schermata non compaiono le barre superiore e inferiore, che caratterizzano la maggior parte delle altre schermate, l'assenza delle barre è dovuta al fatto che il cruscotto virtuale, insieme alla corsa virtuale, è utilizzabile durante il supporto attivo alla corsa su circuito. Le schermate delle funzionalità dedicate all'utilizzo nei circuiti sono state oggetto di un design che ha massimizzato gli elementi da visualizzare, e che ha eliminato tutti gli elementi

non indispensabili, come le barre. Tale scelta di progettazione ribadisce, ancora una volta, il perseguimento di obiettivi quali l'usabilità e la leggibilità della grafica.

Nel cruscotto virtuale vengono mostrati i parametri del motoveicolo scelti dall'utente e gli allarmi virtuali.

Nella parte sinistra della schermata compaiono tre elementi rettangolari con la stessa identica impostazione grafica: icona bianca su sfondo rosso, valore numerico bianco e nome rosso su sfondo nero, e piccolo fascia terminale rossa. Tali elementi rettangolari sono dedicati alla visualizzazione dei parametri in modalità base. Il protagonista della modalità base è il valore numerico del parametro, a cui è stata dedicata massima leggibilità scegliendo una scritta bianca su sfondo scuro. Per facilitare il riconoscimento del parametro visualizzato in modalità base sono state aggiunte le icone, che permettono un riconoscimento simbolico di fruizione più rapida rispetto alla lettura del nome.

La parte destra della schermata è riempita da un elemento circolare, decorato in basso con un'etichetta rettangolare, che riprende nelle forme e nei colori le cornici delle icone del menu principale, esagerandone le dimensioni. Alle estremità destra e sinistra dell'elemento sono collocate due frecce bianche, inscritte in un cerchio semitrasparente. Questo elemento è dedicato alla visualizzazione del parametro in modalità avanzata. Ogni parametro è provvisto di una grafica per la modalità avanzata che mostra il proprio valore sotto forma di strumentazione digitale animata. Le grafiche delle modalità avanzate presentano elementi comuni tra di loro: tutte riportano il nome del parametro nell'etichetta rettangolare, la maggior parte ospitano il valore numerico del parametro nella parte bassa, e gli elementi animati sono caratterizzati dal colore rosso.

Per il design dei singoli parametri della modalità avanzata ci siamo ispirati a forme geometriche semplici, e alla strumentazione analogica presente sui cruscotto delle autovetture. Attraverso un processo di semplificazione grafica si è arrivati ai design approvati dei singoli parametri, che sono caratterizzati da riconoscibili tratti comuni. Molte grafiche avanzate dei parametri, infatti, si avvalgono dell'idea di un'area rossa che riempie uno sfondo nero, ma ogni parametro declina tale idea realizzandola con una forma diversa, per esempio si possono trovare semicerchi, triangoli o rettangoli.

Nella figura 4.10 è mostrata la visualizzazione avanzata del parametro rollio, ovvero l'angolo di piega laterale della motocicletta, che è mostrata come una lancetta che oscilla intorno alla verticale. L'accorgimento che è stato adottato per rendere il rollio facilmente leggibile, anche senza dover guardare il suo valore numerico, è di riempire di rosso lo spicchio angolare tra la lancetta e la verticale.

Al di sopra della modalità avanzata trovano posto le spie circolari dedicate agli allarmi virtuali. Nel nostro caso la spia di sinistra è dedicata allo slittamento della ruota motrice, mentre quella di destra all'angolo raggiunto dal rollio. Le icone hanno due tipi di grafiche in funzione del loro stato, accesa o spenta. Quando sono spente

(a) Primo tipologia di elenco.

(b) Seconda tipologia di elenco.

Figura 4.11: L'interfaccia grafica degli elenchi.

presentano l'icona bianca su sfondo nero, mentre quando si accendono lo sfondo si illumina di rosso e il suo contorno diventa meno definito dando l'idea di una luce diffusa.

4.2.4 Elenchi

Per gli elenchi, come mostra la figura 4.11, sono state preparate più di una interfaccia grafica. Nelle schermate dell'applicativo software gli elenchi sono impiegati per la visualizzazione di elementi appartenenti ad una stessa tipologia, che sono troppo numerosi per essere mostrati tutti contemporaneamente. Le caratteristiche comuni ad entrambi i tipi di elenco sono lo sfondo nero semitrasparente, le scritte in bianco e in rosso, la barra di scorrimento laterale.

Il primo tipo di interfaccia grafica progettate per gli elenchi è mostrata in figura

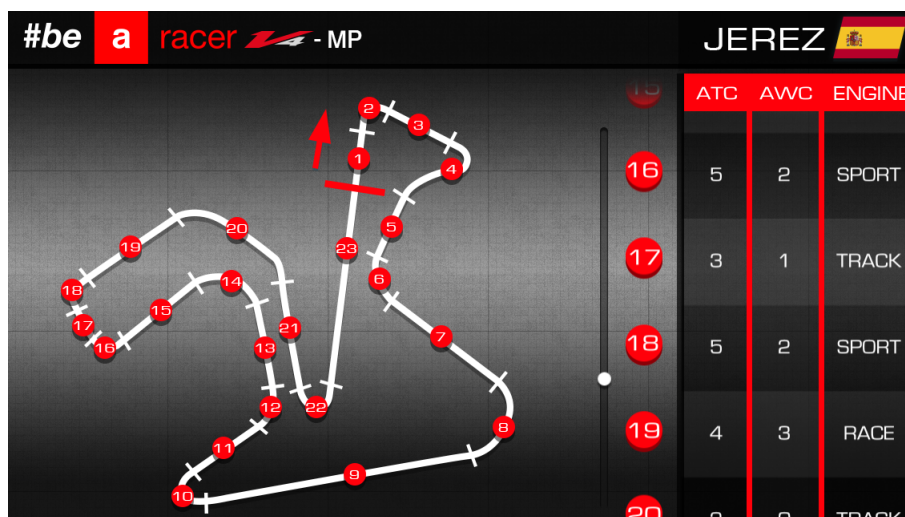



Figura 4.12: L'interfaccia grafica della scheda di circuito.

4.11a. Questa categoria di elenchi si distingue per alcuni tratti grafici: la banda rettangolare rossa collocata ad una estremità di ogni riga, che può essere mostrata sia sul lato destro come su quello sinistro, e la spaziatura presente tra le righe. L'elenco del primo tipo è stato pensato per adattarsi a contenuti di altezza variabile, ma il cui numero complessivo non fosse troppo elevato. Lo troviamo utilizzato nelle schermate di selezione del circuito, di consultazione dei risultati della ricerca di prossimità nella mappa, e delle opzioni.

Il secondo tipo di design degli elenchi, riportato in figura 4.11b, è stato progettato per essere ancora più compatto dell'altro. I diversi elementi dell'elenco, infatti, sono separati solo da una sottile linea bianca e mentre scorrono danno l'idea di una superficie unica. Tale elenco è stato preparato per accogliere un maggior numero di elementi del precedente, da cui l'esigenza di risparmiare spazio nei divisori tra le righe e la dimensione più compatta delle righe stesse. Questo tipo di elenco popola le schermate di consultazione dei tempi registrati su circuito e della gestione dei file degli itinerari.

Ambedue le grafiche sono state disegnate per esaltare la leggibilità dei contenuti, da cui lo sfondo scuro, e l'utilizzo dei colori bianco e rosso per le scritte permette di mettere in risalto una scritta rispetto all'altra mantenendo un buon equilibrio visivo.

4.2.5 Scheda del circuito

La figura 4.12 mostra l'interfaccia grafica progettata per la schermata di scheda del circuito. Mettiamo in evidenza la presenza della barra superiore, come era stato anticipato illustrando il design del menu principale, che qui riporta nella parte destra il nome del circuito scelto.

La scheda del circuito permette all'utente di studiare il tracciato del circuito selezionato, e la sua divisione in settori. Gran parte dello spazio grafico, infatti, è riservato allo schema del tracciato che occupa le intere zone sinistra e centrale dell'interfaccia. La suddivisione in sezioni del circuito è marcata da segmenti di linea trasversali al tracciato. Ogni sezione è numerata, la prima sezione ovviamente comincia dalla linea di partenza, che si distingue dagli altri segmenti divisori per essere colorata di rosso.

Nella parte destra della schermata abbiamo collocato la tabella dei valori degli aiuti elettronici. Ogni riga della tabella corrisponde a una sezione del circuito, e la prima colonna riporta la numerazione delle sezioni, seguono le colonne dedicate ai valori, ogni aiuto ha una colonna dedicata. Il numero di aiuti presenti in figura 4.12 non è significativo di quello finale, in quanto in fase di design dell'interfaccia sono stati provati diversi stili grafici per la tabella, e ogni stile è stato assemblato con diversi numeri di colonne. La tabella permette lo scorrimento verticale delle righe, infatti deve potersi adattare a un numero arbitrario di sezioni, i circuiti motociclistici sono molto eterogenei per quanto riguarda lunghezza e complessità del tracciato, dando luogo a un numero di sezioni estremamente variabile. Il numero della sezione presente sulla prima colonna di ogni riga da l'accesso alla schermata della modifica dei valori degli aiuti.

Segnaliamo l'assenza dalla figura 4.12 del pulsante per l'avvio della corsa virtuale, la grafica dell'icona presente sul tasto è stata modificata a lungo in fase di design e la sua consolidazione è avvenuta dopo la preparazione dell'immagine. Il tasto è circolare con icona bianca ed è posto a fianco della tabella nella parte alta della schermata. Quando l'utente si trova nei pressi del circuito selezionato il pulsante è di colore rosso, per indicare l'accesso alla schermata di corsa virtuale è consentito, altrimenti rimane di colore grigio.

4.2.6 Corsa virtuale

La schermata di corsa virtuale è dedicata al supporto attivo della corsa su circuito. Come mostrato dalla figura 4.13 l'interfaccia grafica della schermata è priva della barra superiore, tale caratteristica, che è già stata illustrata per il cruscotto virtuale, contraddistingue infatti l'interfaccia delle schermate a disposizione dell'utente durante le sessioni su circuito.

Il design grafico della corsa virtuale è dominato dal tracciato del circuito su cui l'utente sta guidando. I confini del tracciato sono visualizzati tramite spesse linee bianche, mentre l'interno della pista può assumere diverse colorazioni. Il tracciato si tinge di rosso per suggerire al conducente di frenare, o di verde quando il tratto del circuito consente di accelerare.

La posizione del conducente è rappresentata dal triangolo bianco con vertice superiore indicante la direzione di marcia. La progressione della corsa è mostrata

Figura 4.13: L'interfaccia grafica della corsa virtuale.

dallo scorrere del circuito al di sotto del triangolo, in modo che sia visualizzato un modello del tracciato capace di riprodurre l'orientamento percepito dal conducente in prima persona durante la guida. Il fatto che l'interfaccia grafica della corsa virtuale sia in grado di replicare il verso e la direzione con cui l'utente percorre il tracciato, rappresenta una caratteristica imprescindibile per l'usabilità dell'applicativo software durante la corsa su circuito.

A sinistra abbiamo predisposto un elemento rettangolare nero, decorato con fascia laterale rossa, che definisce l'area destinata alla visualizzazione di alcuni parametri. In fase di design sono state provate diverse configurazioni per studiare come sfruttare al meglio tale spazio, la figura 4.13, per esempio, mostra una delle soluzioni preparate, in cui l'area è suddivisa in tre zone, ognuna dedicata a un diverso parametro. La configurazione finale dell'elemento rettangolare di sinistra è stata scelta durante i test in pista con l'aiuto e i suggerimenti dei piloti.

A destra nell'interfaccia grafica trovano posto due elementi rettangolari, provvisti di etichetta rossa e sfondo nero. Questi elementi rettangolari sono dedicati alla visualizzazione dei valori degli aiuti elettronici, che la piattaforma imposta automaticamente durante l'avanzamento della corsa su circuito. Il più grande dei due mostra i valori degli aiuti attualmente configurati nel motoveicolo per la sezione di circuito che l'utente sta affrontando. Il più piccolo, invece, riporta i valori degli aiuti che saranno impostati quando l'utente raggiungerà la prossima sezione del tracciato. Quando la piattaforma effettua il settaggio dei nuovi valori all'utente è mostrata un'animazione, nella quale l'elemento rettangolare dei valori prossimi avanza sovrapponendosi su quello dei valori attuali. Il rettangolo dei valori attuali ha uno sfondo nero opaco per far risaltare al meglio i valori visualizzati, quello dei valori prossimi, invece, presenta uno sfondo nero semi-trasparente per non togliere ulteriore spazio al tracciato del circuito.

Figura 4.14: L'interfaccia grafica della mappa.

Nella parte alta dell'interfaccia abbiamo collocato il cronometro, che mostra al conducente il tempo che sta impiegando per completare l'attuale giro di pista. Sopra il valore numerico del tracciato ci sono dei piccoli rettangoli semitrasparenti, allineati in un'unica riga per l'intera lunghezza della schermata. Ogni rettangolo rappresenta una sezione del circuito, e progressivamente con l'avanzamento del conducente nel tracciato, il rettangolo corrispondente alla sezione appena superata subisce una variazione grafica. La prima sezione del circuito corrisponde al primo elemento rettangolare di sinistra, e l'ultima sezione, ovviamente, corrisponde all'ultimo elemento rettangolare di destra. Lo stato cromatico dei rettangolini deve comunicare visivamente all'utente la frazione del tracciato già percorsa.

4.2.7 Mappa

La figura 4.14 mostra l'interfaccia grafica progettata per la schermata della mappa. La grafica della schermata è stata progettata per lasciare la maggior parte dello spazio disponibile alla mappa vera e propria. Da notare come anche questa schermata presenti la barra superiore, al fine da dare omogeneità visiva ad un'interfaccia grafica, che per la presenza della mappa stessa, sarebbe altrimenti risultata diversa da tutte le altre.

I tasti delle funzionalità offerte dalla mappa sono stati concentrati sul lato destro della schermata, dove sono sovrapposti ad una cornice della mappa dal profilo circolare. I tasti e la cornice hanno una caratterizzazione grafica omogenea, ovvero sono dotati di bordo rosso e interno grigio, i tasti inoltre recano delle icone bianche a simboleggiare l'azione che permettono di compiere. Nella figura 4.14 sono mostrate varie forme di icone testate durante la fase di design.

I tasti sulla destra della mappa sono sempre presenti nella schermata e non cambiano in numero. Al contrario sulla parte sinistra della mappa sono collocati altri

tasti di tipo contestuale, che entrano ed escono dalla schermata quando le azioni che rappresentano sono disponibili. Tali tasti secondari hanno dimensioni ridotte rispetto ai primi, un profilo rettangolare con bordo bianco e sfondo grigio in semitrasparenza.

Altri importanti elementi grafici che sono stati preparati per la schermata della mappa sono i segna-luogo. La posizione dell'utente ha un segna-luogo con grafica diversa dagli altri, ed è anche provvisto di un'animazione, per renderlo immediatamente riconoscibile. Tale segnaposto è costituito da un cerchietto rosso pieno circondato da una sottile circonferenza rossa, durante l'animazione la circonferenza pulsa allontanandosi dal cerchietto e scomparendo in trasparenza. Gli altri segna-posto, invece, hanno una grafica comune di forma circolare, con bordo bianco e riempimento rosso, ospitante un'icona anch'essa bianca. Sono state preparate e provate diverse icone, ogni icona, infatti, rappresenta una categoria di luoghi di interesse diversa. Nella versione finale dell'interfaccia grafica sono presenti i segnaposti dedicati alla posizione utente, alla posizione di parcheggio della moto, e alle posizioni delle stazioni di servizio.

L'immagine mostra, inoltre, un elemento grafico a forma di fumetto che è stato progettato per comparire quando l'utente interagisce con uno dei segna-luogo. Il fumetto compare accompagnato da un'animazione che progressivamente assembla tale elemento grafico e allo stesso tempo integra al suo interno il segna-luogo scelto, alla fine dell'animazione la posizione di interesse è indicata dalla punta del fumetto. In ogni momento può essere presente sulla mappa al massimo un fumetto, interagire con un altro segna-luogo chiuderà il fumetto precedentemente aperto per riaprirlo sulla nuova posizione scelta.

4.2.8 Computer di viaggio

L'immagine di figura 4.15 mostra il design dell'interfaccia grafica del computer di viaggio. Prima di entrare nel dettaglio della soluzione grafica adottata per la schermata, soffermiamoci sulla presenza di entrambe le barre, superiore e inferiore.

La barra superiore ha la nota funzionalità di nominare la schermata visualizzata. La barra inferiore qui è impiegata per mettere in evidenze i tasti azioni dedicati alla schermata, a differenza di quanto è stato mostrato nel menu principale, dove era usata per dar maggiore risalto ad un messaggio diretto agli utenti. Il ruolo della barra inferiore, quindi, è sempre quello di mettere in evidenza elementi importanti per la grafica della schermata in cui è collocata, ma può accogliere nelle diverse schermate elementi grafici di tipo eterogeneo. Il fatto che il design grafico della barra rimanga sempre invariato permette all'utilizzatore di familiarizzare velocemente con una zona importante dell'interfaccia, infatti la presenza nell'applicativo di pattern grafici ricorrenti facilita l'apprendimento e l'utilizzo della piattaforma da parte degli utenti.

Figura 4.15: L'interfaccia grafica del computer di viaggio.

Il computer di viaggio deve mostrare all'utente i parametri dell'ultimo itinerario percorso. Il design della grafica della schermata è stato progettato a colonne, ovvero nella colonna di sinistra sono ospitati i nomi dei parametri, nella colonna centrale sono mostrate le icone dei parametri, e nella colonna di destra sono visualizzati i valori numerici raggiunti dai parametri stessi. La grafica in questo caso è stata resa familiare dal riutilizzo degli stessi elementi che popolano uno dei due tipi di elenchi, e che nel computer di viaggio riempono le righe delle colonne di destra e sinistra. Le icone dei parametri sono le stesse utilizzate per la modalità di visualizzazione base del cruscotto virtuale, mentre lo sfondo con il disegno tecnico della motocicletta è lo stesso che abbiamo visto sia nel menu principale, sia nel cruscotto. L'impiego di elementi grafici già presenti in altre schermate garantisce il corretto inserimento del computer di viaggio all'interno dell'interfaccia grafica dell'applicativo, e lo rende visivamente riconoscibile all'utente che sta prendendo confidenza con la piattaforma.

I pulsanti sovrapposti alla barra inferiore riportano delle icone finora inedite per l'interfaccia grafica: il tasto di sinistra è dedicato all'azzeramento dei valori dei parametri del computer di viaggio, mentre quello di destra permette di raggiungere la schermata di gestione dei file degli itinerari. Il design dei pulsanti è lo stesso di quelli presenti nella schermata di pop-up.

4.2.9 Opzioni

L'interfaccia grafica della schermata delle opzioni è realizzata con un elenco. L'immagine di figura 4.16 mostra come abbiamo utilizzato la tipologia di elenco provvista di fascia laterale rossa e spaziatura tra i vari elementi. La grafica, inoltre, presenta la consueta barra superiore recante logo della piattaforma e titolo della schermata.

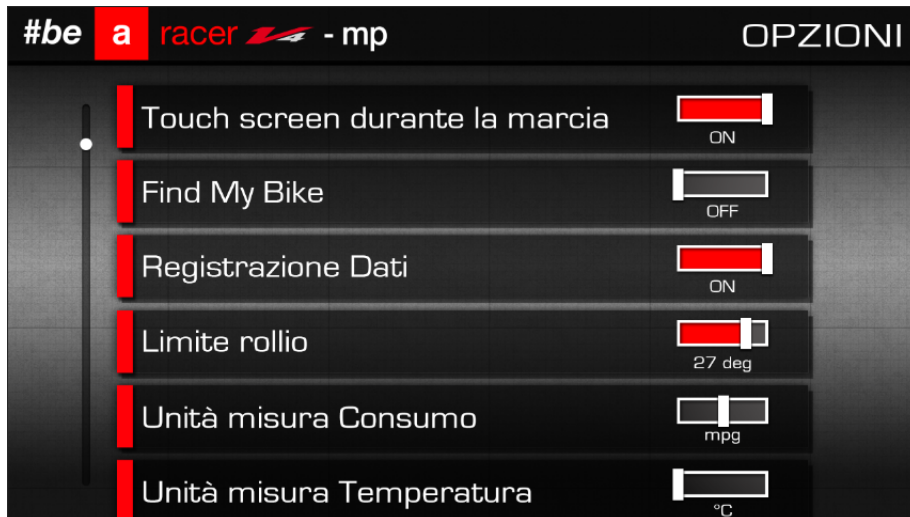



Figura 4.16: L'interfaccia grafica delle opzioni.

Il motivo per cui accenniamo alla grafica delle opzioni, è che in tale schermata il design dell'elenco è stato adattato alla situazione. Ogni riga dell'elenco presenta, infatti, un elemento interattivo che permette all'utente di modificare il valore della singola voce di personalizzazione. L'adattamento ai diversi tipi di contenuto è uno delle caratteristiche di design della tipologia di elenco scelta, e la grafica delle opzioni mette in risalto tale proprietà di design.

Gli elementi modificatori dei valori possono aver due forme grafiche, ovvero di cursore scorrevole o pulsante. Il cursore scorrevole può essere adattato a rappresentare scelte di valori binari, come ad esempio acceso o spento, di valori discreti, e di valori continui. Ogni cursore scorrevole, inoltre, è accompagnato da una scritta riportante il valore attualmente selezionato dell'opzione. Il pulsante ha la stessa grafica in rosso di quelli presenti nella schermata di pop-up, e riporta una scritta che indica l'azione svolta dal suo utilizzo.

4.3 Controlli

I controlli permettono agli utenti di interagire con l'interfaccia grafica dell'applicativo software per muoversi tra le varie schermate e avvalersi delle funzionalità offerte dalla piattaforma.

L'applicativo software è stato sviluppo per gli smartphone, e la natura di tali dispositivi ha influenzato la progettazione dell'intera esperienza utente, come abbiamo già visto per il flusso di navigazione e per l'interfaccia grafica. Anche i controlli sono stati progettati per adattarsi agli smartphone e offrire facilità d'uso anche in scenari di utilizzo tipici della piattaforma, per esempio un utente in sella a moto ferma che deve poter interagire con l'applicativo utilizzando una mano sola, in modo da non dover rimuovere entrambi i guanti da corsa.

Il principale metodo di input presente sugli smartphone è lo schermo sensibile al tocco, su alcuni modelli sono anche presenti alcuni tasti fisici, ma il loro numero varia a seconda del costruttore e sono quasi sempre dedicati a funzionalità del sistema operativo. Abbiamo progettato, quindi, dei controlli che si avvalgono esclusivamente di tocchi e gesti riconoscibili tramite lo schermo. Non abbiamo usato gesti che richiedessero l'uso contemporaneo di più di due dita, per garantire agli utenti semplicità nell'apprendimento dei controlli e nel loro utilizzo. Laddove possibile ci siamo sempre avvalsi di convenzioni nei gesti già largamente diffuse nei software per dispositivi touch, in modo da sfruttare a nostro favore le abitudini già acquisite dagli utenti.

Il controllo più diffuso per l'intero applicativo software è la selezione, e tale azione deve essere la più semplice perché sarà ripetuta svariate volte durante una sessione di utilizzo. La scelta per il controllo della selezione è ricaduta su un tocco singolo non prolungato dell'elemento grafico desiderato, ormai caposaldo delle interfacce grafiche sensibili al tocco. Se l'utente desidera scegliere un'icona del menu principale la tocca, semplice e intuitivo.

Le tabelle e gli elenchi sono tutti dotati di scorrimento verticale, gli utenti necessitano, quindi, di un controllo per eseguire tale azione. Ad uno scorrimento degli elementi grafici corrisponde uno scorrimento nei controlli, realizzato dall'utente con un singolo dito mantenuto premuto sullo schermo e mosso nel senso verticale verso cui desidera far muovere gli elementi grafici. Anche questo tipo di gesto per lo scorrimento è largamente diffuso nei software provvisti di controlli touch, e di conseguenza l'utenza è già predisposta al suo utilizzo.

Nella descrizione del flusso di navigazione abbiamo più volte citato un comando dedicato a richiamare la schermata del menu principale a partire dalle altre. Per eseguire tale comando chiediamo agli utenti di mantenere sullo schermo contemporaneamente due dita senza rilasciarle per un breve lasso di tempo, fino all'entrata in scena del menu. Se invece di mantenere le dita premute sullo schermo, avessimo chiesto agli utenti di eseguire un tocco doppio, sarebbe stato molto più facile per gli utenti poter sbagliare il tempismo del controllo producendo due comandi di selezione distinti.

La schermata della mappa richiede controlli dedicati per la sua navigazione. Gli utenti possono spostarsi sulla mappa, per esplorarla, e modificare il livello di ingrandimento della stessa per vedere una zona più nel dettaglio, o aumentare le dimensioni della zona visualizzata. Lo spostamento sulla mappa avviene con lo stesso controllo dello scorrimento degli elenchi, il trascinamento di un singolo dito sullo schermo. Nella mappa, a differenza di quanto avviene negli elenchi, il trascinamento può essere eseguito in tutte le direzione, infatti la mappa può essere spostata liberamente. Il controllo per la modifica del livello di ingrandimento si compie con due dita mantenute insieme premute sullo schermo, se le due dita vengono avvicinate il livello di

ingrandimento viene diminuito e la mappa mostra una zona più ampia, se, invece, la distanza tra le due dita aumenta il livello di ingrandimento viene aumentato e la mappa mostra una zona ridotta con maggiore dettaglio. Tali gesti sono diffusi nella maggior parte dei controlli touch dei principali software di mappa, la scelta di riproporli rende facilmente utilizzabile una funzionalità con cui gli utenti hanno già familiarità.

Tra i controlli della mappa e il controllo per richiamare il menu principale esiste un evidente conflitto, nella schermata della mappa, infatti, si dovrebbero mantenere due dita premute sullo schermo sia per modificare il livello di ingrandimento della mappa stessa, sia per richiamare il menu principale. Per risolvere il conflitto di gesti abbiamo studiato diverse possibili soluzioni, e alla fine abbiamo deciso di fare per la schermata della mappa un'eccezione al controllo gestuale del menu principale: abbiamo dedicato un tasto dell'interfaccia grafica a richiamare il menu. Analizziamo le motivazioni dietro tale eccezione.

Ipotizziamo di non voler fare nessuna eccezione al controllo dedicato a richiamare il menu principale, in questo caso si dovrebbe scegliere un nuovo gesto per la modifica del livello di ingrandimento della mappa. Adottare un gesto diverso dall'avvicinamento e allontanamento delle due dite causerebbe però un senso di straniamento negli utenti, che farebbero fatica a imparare un gesto diverso per un controllo che sono abituati ad usare. L'effetto di cambiare il gesto dedicato allo zoom provocherebbe un peggioramento dell'usabilità della mappa.

Ora, invece, pensiamo di modificare il gesto dedicato a richiamare il menu principale, si potrebbe decidere di richiamare il menu con il tocco prolungato di tre dita, anziché due. L'uso di troppe dita, però, complica inutilmente un controllo che l'utente dovrà usare spesso, e che deve rimanere il più semplice possibile, per poter essere eseguito facilmente anche in sella ad un motoveicolo.

La terza soluzione al problema è proprio quella che abbiamo adottato, ovvero preparare un'eccezione al controllo per richiamare il menu principale dalla schermata della mappa, in modo da non dover peggiorare controlli semplici e già noti agli utenti. L'eccezione che abbiamo scelto è predisporre un tasto dell'interfaccia grafica, sfruttando la sua componente visiva per rendere autoesplicativo il suo ruolo agli utenti.

Capitolo 5

Realizzazione

In questo capitolo analizziamo la realizzazione dell'applicativo software della piattaforma. Nello specifico illustreremo gli aspetti significativi dello sviluppo di cui mi sono occupato in prima persona.

L'approccio ingegneristico alla fase implementativa è stato fondamentale per la costruzione di una base di codice ben organizzata, funzionale al lavoro parallelo di più persone, e orientata alle future fasi di manutenzione ed espansione.

Ogni schermata dell'applicativo software, delle quali è stato precedentemente discusso il design del flusso di navigazione e dell'interfaccia grafica, rappresenta un modulo di sviluppo indipendente del progetto. A ciascun modulo sono associati diversi pacchetti rappresentanti le risorse software che lo compongono, un pacchetto può contenere, per esempio, gli script di quel modulo, o i suoi elementi grafici.

5.1 Interfaccia grafica

I dispositivi smartphone sono estremamente eterogenei per quanto riguarda risoluzione e dimensioni dello schermo, come abbiamo già osservato nel capitolo precedente, inoltre presentano una certa varietà anche in termini di rapporto di aspetto. Il rapporto di aspetto determina le proporzioni tra le due dimensioni, larghezza e altezza, di uno schermo.

L'applicativo è stato sviluppato per smartphone, e deve quindi possedere un'interfaccia grafica compatibile con multiple forme rettangolari dettate dai diversi rapporti di aspetto. Per risolvere tale sfida tecnica si possono sfruttare due approcci, uno statico e uno dinamico.

La soluzione statica al problema dei diversi rapporti d'aspetto, solitamente, consiste nel confrontare le varie proporzioni di schermo mantenendo fissa una dimensione, per esempio nel caso della nostra interfaccia grafica, che ha orientamento orizzontale, si ipotizza che l'altezza sia uguale in tutti i diversi rapporti. Fissando una delle due dimensioni, è possibile analizzare come varia la seconda. A questo punto si può

individuare il rapporto d'aspetto che a parità di altezza ha la larghezza più ridotta. Una possibile soluzione è di confezionare l'interfaccia grafica adattandola al rapporto d'aspetto più stretto, se si soddisfa tale proporzione, infatti, tutti gli altri rapporti potranno accogliere gli elementi grafici senza problemi in virtù della loro maggiore larghezza. Definiamo questo approccio statico perché consiste nel costruire un'unica interfaccia grafica compatibile geometricamente con tutti i rapporti d'aspetto esaminati.

L'approccio statico ha degli evidenti limiti, pur riducendo il lavoro implementativo alla costruzione di un'unica interfaccia grafica, sacrifica la possibilità di sfruttare adeguatamente lo spazio a disposizione in tutti i rapporti d'aspetto maggiori di quello minimo. Tale soluzione è incompatibile con gli obiettivi di usabilità e pieno utilizzo degli spazi a disposizione che ci siamo posti in fase di design dell'interfaccia grafica.

Abbiamo utilizzato, perciò, l'approccio dinamico per la costruzione dell'interfaccia grafica dell'applicativo. Tale soluzione comporta di realizzare elementi grafici in grado di adattare le proprie dimensioni e posizione al rapporto d'aspetto dello schermo su quale vengono realizzati. L'approccio dinamico richiede un maggiore lavoro iniziale, ma ci ha permesso di implementare l'interfaccia grafica con le stesse caratteristiche previste da design, e di confezionare una componente visiva dell'esperienza utente in grado di garantire la stessa usabilità a prescindere dalle proporzioni dello schermo equipaggiato dallo smartphone dell'utente.

5.2 Schermata di avvio

La schermata di avvio è il primo modulo incontrato dall'utente quando lancia l'applicativo. A livello di interazione utente la schermata di avvio implementa il flusso di navigazione che precede il raggiungimento del menu principale, e nella figura 5.1 è mostrato lo schema delle attività svolte dall'applicativo per realizzare tale porzione di flusso. Il flusso di attività rappresenta il duale del flusso di navigazione, e mette in rapporto l'esperienza utente con i compiti svolti dal software per realizzarla, per esempio si può notare come la prima attività svolta dall'applicativo sia il caricamento del menu principale, di cui l'utente non ha alcuna esperienza fino a quando non raggiunge tale schermata, dopo il superamento delle interazioni proposte dalla schermata di avvio.

Le attività mostrate in figura 5.1 sono svolte da un'unica risorsa script del modulo di avvio, ma in parallelo vi sono ulteriori risorse che si occupano di altri importanti compiti. Il modulo di avvio, infatti, ospita quattro particolari componenti: il gestore del componente integrato Piaggio Multimedia Platform (PMP), il gestore delle notifiche, il gestore dei circuiti, e il gestore delle opzioni. Tutti e quattro tali componenti implementano il pattern Singleton [17].

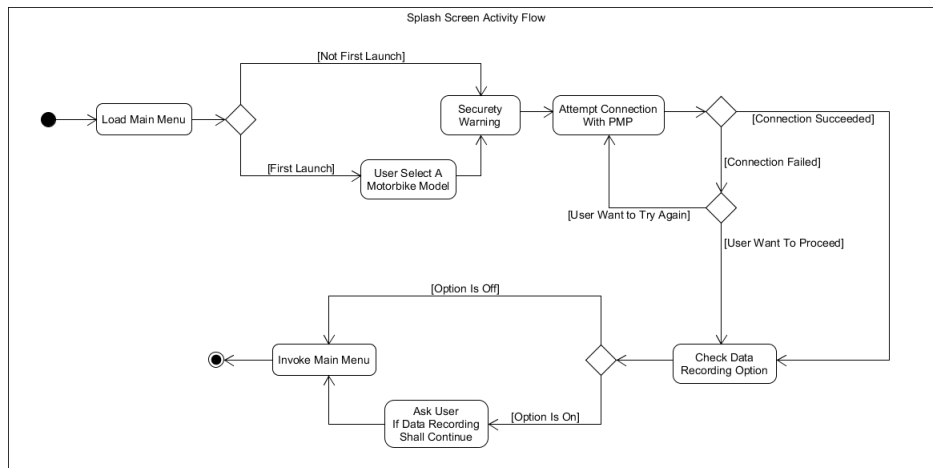



Figura 5.1: Il diagramma del flusso delle attività della schermata di avvio.

Il gestore del componente integrato PMP è una risorsa script che offre l'accesso ad alto livello ai dati rilevati in tempo reale dal componente stesso. Tali dati sono raccolti a livello fisico dall'unità elettronica equipaggiata dal motoveicolo, e successivamente elaborati e puliti dallo strato software proprietario che ne consente la fruizione tramite un contratto di libreria, infine il nostro gestore nasconde al suo interno tale libreria per riproporre a tutti i moduli dell'applicativo un unico punto di accesso ai dati stessi. Il gestore del componente integrato rappresenta a livello di risorsa codice l'astrazione della fonte dati, e quindi della motocicletta. Le funzioni di tale gestore permettono di ottenere in qualsiasi momento l'ultimo valore noto di tutti i parametri rilevati dal componente, e di settare i valori desiderati degli aiuti elettronici.

Il gestore delle notifiche realizza un sistema ad eventi secondo il paradigma di pubblicazione e sottoscrizione [16]. Il sistema è centralizzato e permette ad ogni risorsa script di abbonarsi alle notifiche desiderate, pubblicare le proprie notifiche, e rinunciare alla sottoscrizione di notifiche a cui non è più interessata. Il gestore si incarica della consegna delle notifiche alle risorse abbonate e del mantenimento in stato consistente delle strutture dati dedicate alla memorizzazione delle sottoscrizioni.

Il gestore dei circuiti ha il compito di creare per ogni circuito supportato dalla piattaforma una risorsa dedicata, che contenga tutte le informazioni rilevanti sul tracciato, a cui i moduli dedicati al racing possono accedere all'occorrenza. La creazione delle risorse avviene eseguendo l'accesso ad un pacchetto contente i file dei tracciati. La risorsa creata dal gestore, per esempio, contiene tutte le informazioni sulla suddivisione in sezioni di ciascun circuito.

Il gestore delle opzioni si incarica di offrire l'accesso e la modifica dei valori delle configurazioni dell'applicativo. Il gestore grazie al pattern Singleton rende disponibili tali valori a tutti i moduli, e allo stesso tempo ne garantisce la consistenza.

5.3 Menu principale

Il modulo del menu principale realizza il menu stesso, sia quello completo sia quello ridotto attivo durante il supporto al racing, e il sistema dedicato alle schermate pop-up. Il menu è controllato da un risorsa script che si occupa della sua parte di interfaccia utente, e da un'altra risorsa script che governa il flusso di navigazione dell'applicativo software.

Il flusso di navigazione è realizzato dalla componente di modello del gestore del menu, tale risorsa si occupa di tenere traccia della schermata attuale in cui l'utente attualmente si trova, e stabilisce le schermate raggiungibili da quest'ultima. Inoltre tale risorsa ha il compito di caricare i moduli dedicati a tutte le altre schermate dell'applicativo. Tale ruolo viene ricoperto in modo centralizzato dal gestore del menu, che è l'unico tra tutte le risorse script ad occuparsi del flusso di navigazione, e quindi esso è l'unico a conoscere lo stato attuale dell'applicativo. Il modulo di avvio, come abbiamo visto, carica immediatamente il modulo del menu, e quando ha terminato le proprie interazioni con l'utente lo conduce alla schermata del menu e si distrugge. Ora in memoria esistono solo il modulo del menu e i componenti di tipo Singleton, che non possono essere distrutti, e queste risorse saranno sempre attive in memoria per l'intero utilizzo dell'applicativo, infatti forniscono servizi fondamentali accessibili da tutti gli altri moduli. Il modulo di un'altra schermata, per esempio del cruscotto virtuale, viene caricato all'occorrenza dal gestore del menu, e distrutto quando l'utente desidera passare alle funzionalità offerte da una schermata diversa. Il menu realizza così una gestione manuale dei moduli caricati, e garantisce che oltre a se stesso non ci sia mai più di un modulo dedicato alle altre schermate, oltre ovviamente i componenti indipendenti come il gestore delle notifiche.

Il fatto che il menu rimanga sempre caricato, anche se non visibile, realizza in modo semplice la caratteristica del flusso di navigazione di poterlo richiamare da qualsiasi altra schermata, in questo modo infatti si tratta solo di animare l'entrata in scena del menu e non di doverlo ricreare da zero in memoria.

Il componente che si occupa dell'interfaccia grafica del menu gestisce le sua animazioni di entrata e uscita di scena, che permettono di alternare la forma normale del menu a quella ridotta, utilizzata durante il supporto al racing. La figura 5.2 mostra la macchina a stati finiti rappresentante il gestore delle animazioni del menu, i cui stati sono le animazioni e le cui transizioni sono governate da modifiche ai valori di tre parametri booleani, inizializzati tutti a falso. La macchina a stati presenta due particolarità: lo stato iniziale non rappresenta un'animazione, ma la configurazione del menu al momento della sua creazione; nessuno stato è finale, in quanto per il suo gestore non vi è una condizione di terminazione esplicita, esso termina di funzionare solo quando l'utente chiude l'applicativo. Dalla macchina a stati finiti si può notare come il menu disponga di una coppia di animazioni aggiuntive dedicate al supporto

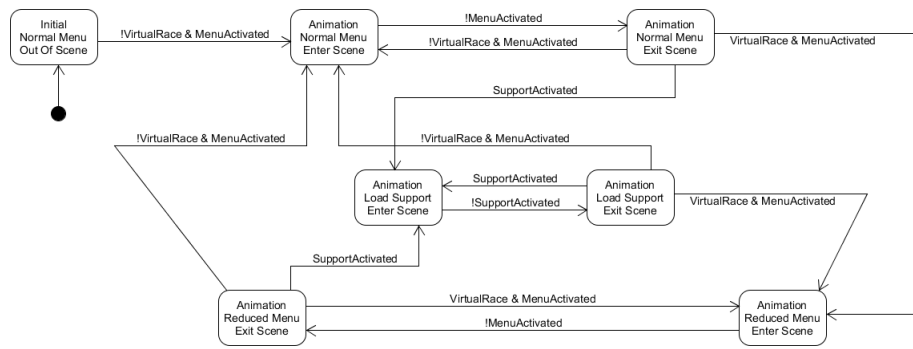



Figura 5.2: La macchina a stati finiti delle animazioni del menu principale.

al caricamento. La quasi totalità dei caricamenti dei moduli delle schermate avviene quando il menu è visualizzato all'utente, e il gestore del menu procede alla distruzione del modulo precedentemente attivo, se presente, e al caricamento di quello selezionato dall'utente, a caricamento completato il menu si ritrae mostrando all'utente la nuova schermata già pronta. Ci sono alcuni casi in cui il passaggio da una schermata all'altra avviene, come progettato da flusso di navigazione, quando il menu non è vista. Le animazioni di supporto sono state sviluppate per offrire copertura visiva alle operazioni di caricamento anche quando il menu non è in primo piano.

Il modulo del menu implementa anche il sistema di gestione delle schermate pop-up. Il gestore dei pop-up viene attivato su richiesta tramite una serie di notifiche dedicate, che gli altri componenti possono pubblicare. Quando un componente richiede una schermata pop-up, il gestore riceve la notifica e decide quale messaggio pop-up debba essere visualizzato, allora invia un comando a tutti i componenti dell'interfaccia grafica del pop-up. Ogni componente è in grado di preparare il proprio elemento grafico per adattarlo al pop-up richiesto, per esempio un componente si occupa di scegliere l'icona del pop-up, un altro sceglie il testo del messaggio e così via. Quando il pop-up è stato assemblato il gestore delle animazioni del pop-up lo mostra all'utente, e in seguito all'interazione con quest'ultimo il pop-up si ritira. Se la scelta dell'utente ha scatenato un evento rilevante il gestore dei pop-up pubblica una specifica notifica. Il sistema di gestione delle schermate di pop-up è stato realizzato per poter visualizzare dinamicamente il pop-up scelto, e per permettere l'aggiunta di nuovi pop-up in modo semplice.

5.4 Cruscotto virtuale

Il modulo del cruscotto virtuale implementa la visualizzazione base e avanzata dei parametri del motoveicolo rilevati dal componente integrato e le spie degli allarmi virtuali. Le modalità base e avanzata dei parametri realizzano una vista dei loro valori attuali in continuo aggiornamento, ovvero i loro modelli sono i dati stessi.

5.4.1 La modalità base

La modalità base di visualizzazione del cruscotto virtuale permette di scegliere tre parametri da visualizzare contemporaneamente. Vi è una risorsa script che si occupa di gestire l'interfaccia grafica del singolo parametro in modalità base. Il componente si occupa di impostare gli elementi grafici del parametro scelto, ovvero il nome, l'icona e il valore. Il componente, inoltre, gestisce anche l'animazione che accompagna il passaggio da un parametro all'altro. Tale componente si occupa esclusivamente dell'aspetto grafico e il suo funzionamento prescinde dal parametro visualizzato, questo fatto consente il suo riutilizzo per l'interfaccia grafica di ognuno dei tre parametri base.

I tre uguali componenti delle interfacce grafiche sono coordinati dal gestore della modalità base. Il gestore conosce quali sono i tre parametri selezionati dall'utente per la modalità base, e decide quale sarà il prossimo visualizzato quando l'utente ne cambia uno. Il gestore, inoltre, ha l'importante compito di richiedere al gestore del componente integrato il valore attuale dei tre parametri mostrati in modalità base, e di comunicarlo al giusto componente di interfaccia grafica, tale aggiornamento dei valori viene eseguito ad ogni frame.

La coordinazione realizzata tramite il gestore della modalità base deve tenere conto di diversi aspetti: i parametri vengono cambiati nello stesso modo ciclico da tutti e tre i componenti grafici; un parametro deve poter essere visualizzato al massimo da un componente grafico; il cambio di un parametro è accompagnata da un'animazione di uscita e ritorno in scena del componente grafico, che mostra il nuovo parametro solo a partire dal ritorno in scena; l'utente può interagire con i tre componenti grafici anche simultaneamente.

Per realizzare tale coordinazione è stato realizzato un sistema a prenotazioni, ovvero ogni volta che l'utente interagisce con un componente grafico per cambiare il parametro visualizzato, tale componente genera una prenotazione nel gestore della modalità base. Le prenotazioni sono gestite con un sistema a coda, ovvero la prima prenotazione ad arrivare è la prima a essere processata. Il gestore ad ogni frame controlla se la coda è popolata, e in caso affermativo prende in esame la prima prenotazione presente. Per prima cosa il gestore calcola quale sarà il prossimo parametro visualizzato dal componente che ha emesso la prenotazione, tenendo conto sia dei parametri attualmente visualizzati sia di eventuali parametri già assegnati a precedenti prenotazioni. Quando il nuovo parametro è stato scelto lo comunica al componente che ha effettuato la prenotazione e segna tale parametro come prenotato.

Il componente grafico al momento dell'interazione utente esegue due attività distinte invia la prenotazione al gestore della modalità base, e avvia l'animazione di uscita di scena. Quando tale componente, completata l'animazione, si trova fuori di scena comincia a controllare se è arrivata la comunicazione del prossimo parametro

da visualizzare, e non appena la riceve, o se si accorge di averla già ricevuta, cambia gli elementi grafici con quelli relativi al nuovo parametro. Dopo aver concluso la configurazione dell'interfaccia grafica il componente comunica al gestore di aver correttamente eseguito il cambio e avvia il rientro in scena.

Il gestore della modalità base quando riceve notifica che un componente ha completato il cambio del parametro rende definitivo il nuovo stato, modificando il parametro assegnato a tale componente con quello che era stato prenotato. Poiché i valori attuali dei parametri visualizzati vengono richiesti ad ogni frame , la consolidazione del cambio segna il momento in cui il gestore comincia a chiedere i valori del nuovo parametro scelto per il componente dell'interfaccia con cui l'utente aveva interagito.

Il meccanismo di gestione delle prenotazioni insieme alla separazione di compiti tra i componenti distribuiti dell'interfaccia grafica e il gestore centralizzato della modalità base garantiscono che non ci siano mai duplicati nei parametri visualizzati, anche quando l'utente decide di cambiare a brevissima distanza temporale tutti e tre i parametri stessi.

5.4.2 La modalità avanzata

La modalità avanzata di visualizzazione del cruscotto virtuale permette di mostrare un parametro rilevato dal componente integrato con un'interfaccia grafica più elaborata del semplice valore numerico in continuo aggiornamento.

Il gestore della modalità avanzata è una risorsa script che si occupa di amministrare il cambio di parametro visualizzato. Tale gestore conosce il parametro visualizzato, ed ha il compito di individuare il prossimo parametro richiesto dall'utente. Nella modalità di visualizzazione avanzata l'utente può navigare in modo ciclico la lista dei parametri a disposizione in entrambe le direzioni.

Data la maggiore complessità grafica della visualizzazione dei parametri, essi non sono tutti caricati contemporaneamente nella schermata di cruscotto virtuale. Il modulo del cruscotto virtuale include un pacchetto contenente tutte le interfacce grafiche dei parametri in modalità avanzata. Il gestore della modalità avanzata è in grado di attingere a tali matrici e creare una copia dell'interfaccia grafica desiderata da includere nella schermata. In modo speculare quando l'interfaccia grafica del parametro appena dismesso non è più visibile in scena il gestore della modalità avanzata la distrugge, per alleggerire il carico in memoria del cruscotto virtuale.

Il gestore della modalità avanzata è aiutato a svolgere i suoi compiti da un componente che si occupa della animazioni di transizione da un parametro all'altro. Il gestore delle animazioni governa tre componenti grafici vuoti, che sono predisposti ad accogliere le interfacce grafiche dei parametri una volta copiate dalle matrici. I componenti grafici vuoti sono disposti nella schermata di cruscotto virtuale in modo tale che quello centrale ospiti l'interfaccia del parametro attualmente visualizzato, e che gli altri due siano sempre collocati uno alla sua destra e uno alla sua sinistra.

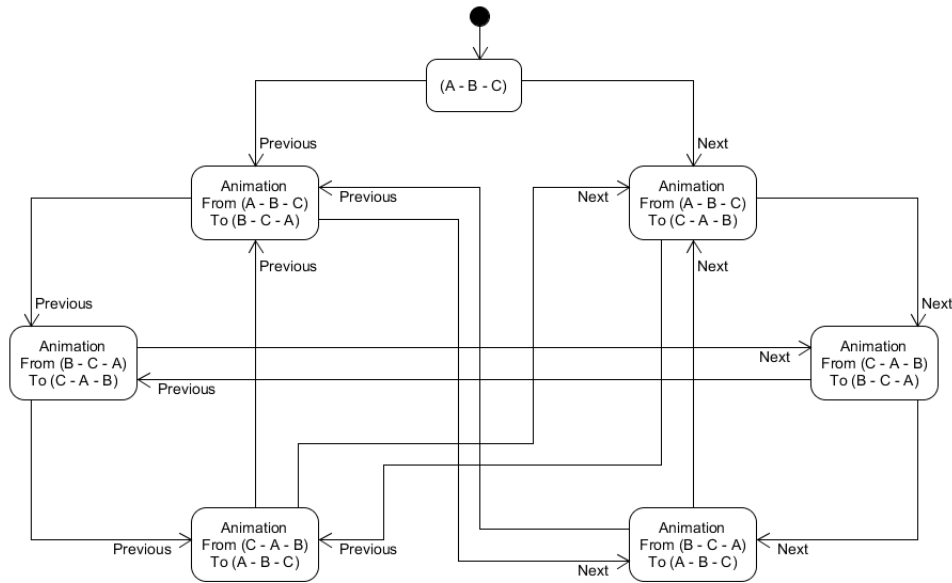



Figura 5.3: La macchina a stati finiti delle animazioni del gestore della modalità avanzata del cruscotto virtuale.

Quando avviene un cambio la nuova interfaccia grafica viene assegnata al componente vuoto di destra o di sinistra, a seconda che il parametro sia il prossimo o il precedente nella lista. Successivamente il gestore delle animazioni, basandosi sulla macchina a stati finita mostrata in figura 5.3, avvia la transizione da una parametro all'altro traslando i componenti contenitori. Durante l'animazione, quindi, due componenti contenitori accolgono delle interfacce grafiche, ed un terzo rimane vuoto, il componente che rimane vuoto viene sempre riposizionato nel lato rimasto scoperto rispetto alla posizione centrale. Non appena l'animazione termina, come anticipato, il gestore della modalità avanzata distrugge l'interfaccia grafica non più visualizzata.

Ogni interfaccia grafica della modalità avanzata è gestita da un componente, che interrogando il gestore del componente integrato ottiene ad ogni frame l'ultimo valore del parametro visualizzato. La rappresentazione grafica del parametro è costruita eseguendo una proporzione tra il valore attuale del parametro e il suo valore massimo, rispetto al valore che governa il grafico dinamico e il suo valore massimo. Il valore che governa l'interfaccia grafica può essere un angolo, come nel caso dei parametri visualizzati a semicerchio o con degli archi di circonferenza, una coordinata lineare, come nel caso dei parametri governati da traslazioni orizzontali o verticali. Vi sono due parametri le cui interfacce grafiche di modalità avanzata non sono realizzati grazie una proporzione, ovvero la marcia e il grafico delle accelerazioni.

5.4.3 La marcia

L'interfaccia della modalità avanzata della marcia è costituita dal valore numerico della marcia sovrapposta ad un elemento grafico a forma di ingranaggio. A lato dell'ingranaggio sono presenti due frecce, in grado di illuminarsi per fornire utili suggerimenti al conducente.

L'elemento grafico a forma di ingranaggio è governato da un componente che ne determina il colore, scegliendo tra il rosso e il verde. Il componente ad ogni frame ottiene dal gestore del componente integrato un valore normalizzato che esprime una misura dei giri del motore rispetto alla marcia ingranata. Quando il valore è positivo l'ingranaggio viene mostrato rosso, quando invece è negativo il colore scelto è il verde. Per mostrare all'utente il range assunto da tale valore il componente proietta l'escursione dei valori positivi e negativi sul canale alpha del colore scelto, massimi valori positivo e negativo corrispondono a rosso e verde pieno, lo zero invece corrisponde alla trasparenza. L'utente non solo quindi visualizza la marcia inserita, ma ha disposizione l'informazione sui giri del motore sotto forma di variazione cromatica.

Le frecce servono a dare all'utente un suggerimento su quando sarebbe opportuno aumentare o scalare la marcia stessa. Sono governate da componenti che interrogano anch'essi il gestore dell'unità integrata, e ad ogni frame controllano se il numero di giri del motore è eccessivo o insufficiente per la marcia attualmente inserita, quando una delle due situazioni si verifica la freccia corrispondente viene illuminata comunicando il suggerimento al conducente.

Nell'interfaccia grafica i valori numerici della marcia sono posti in sovrimpressione all'elemento ingranaggio, in modo tale che l'ingranaggio stesso incornici il valore della marcia attualmente inserita. I numeri relativi alle marce superiori e inferiori a quella attuale sono collocati rispettivamente sopra e sotto di esso, a questi numeri però è conferito un effetto di profondità che ne altera la dimensione e il colore in modo proporzionale alla distanza dal valore corrente. L'effetto finale è che i numeri sembrano adagiati su una superficie sferica circoscrivente l'elemento a forma di ingranaggio, la percezione di tale effetto è aiutata dalle animazioni di scorrimento che accompagnano il cambio di marcia.

Le animazioni dei numeri della marcia sono governate da un componente script secondo il modello di macchina a stati mostrato in figura 5.4 (N indica la posizione di folle del cambio). Il gestore delle animazioni avvia le animazioni intervenendo sul valore di un parametro numerico che governa le transizioni. Tale parametro è una diretta espressione della marcia, infatti ad ogni frame il gestore controlla la marcia rilevata dal componente integrato. Quando il gestore si accorge che vi è una differenza tra la marcia reale e quella mostrata dall'interfaccia grafica modifica il parametro delle animazioni, se la marcia reale è maggiore di quella mostrata il parametro viene incrementato di uno, se invece la marcia reale è minore il parametro

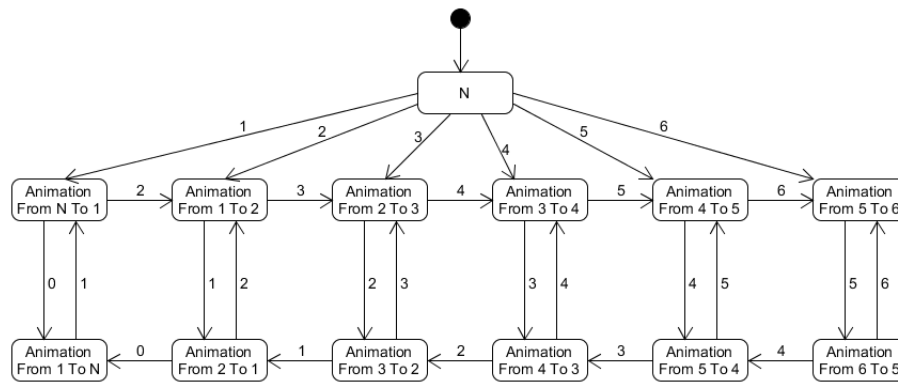



Figura 5.4: La macchina a stati finiti delle animazioni in modalità di visualizzazione avanzata della marcia.

viene decrementato di uno. Il gestore delle animazioni dopo l'avvio di un'animazione si pone in attesa, al termine dell'animazione torna a controllare il valore della marcia rilevata. È interessante notare come la macchina a stati preveda solo transizioni progressive tra le animazioni, infatti da un'animazione è terminata mostrando la terza marcia si può passare solo ad un'animazione verso la seconda o la quarta, ma questo comportamento non rispecchia i possibili cambi di marcia attuati da un conducente, infatti ci sono situazioni in cui cambiando, per esempio, si può passare dalla quarta in seconda saltando la terza marcia. L'aderenza alla realtà è garantita non dalla macchina a stati delle animazioni, ma dal gestore delle animazioni che continuerà a incrementare o decrementare di uno la marcia visualizzata fino a raggiungere quella reale, questo disaccoppiamento permette alle animazioni di accodarsi con fluidità una dopo l'altra, così nel caso del passaggio dalla quarta alla seconda l'utente vedrà un'unica animazione, che il realtà sarà composta da due distinte animazioni eseguite senza soluzione di continuità, poiché il gestore appena finita la prima avvierà la seconda.

5.4.4 Il grafico delle accelerazioni

La modalità di visualizzazione avanzata dei parametri di accelerazione longitudinale e laterale è unificata, e prende il nome di grafico delle accelerazioni. I parametri delle accelerazioni sono offerti dal gestore del componente integrato sotto forma di valori normalizzati in funzione dell'accelerazione di gravità.

L'obiettivo alla base del grafico delle accelerazioni è di fornire all'utente un'interfaccia grafica in grado non solo di mostrare il valore attuale delle due accelerazioni, ma di mostrare anche informazioni riassuntive sullo storico dei valori assunti. Il grafico, infatti, assume la forma di un'area centrata sull'origine di una coppia di assi cartesiani, il cui perimetro rappresenta la frontiera dei punti di accelerazione massimi raggiunti durante la guida, ovvero i punti più distanti dall'origine. I punti del grafico

hanno come ascissa l'accelerazione laterale, e come ordinata quella longitudinale. In sovrimpressione al grafico viene animato un cursore di forma circolare che ricopre il punto le cui coordinate sono i valori attuali delle accelerazioni normalizzate. Per rendere ancora più leggibile l'informazione sui valori attuali delle accelerazioni sono state collocate due etichette riportanti tali valori in forma numerica. Tali etichette sono poste, una a destra e una sinistra del nome del grafico, all'interno del rettangolo rosso della visualizzazione avanzata.

Affinché il grafico delle accelerazioni possa mantenere aggiornata la sua frontiera di punti è stato necessario costruire un modello. L'approssimazione introdotta dal modello è sul numero di punti che compongono la frontiera, ovviamente in un caso ideale si vorrebbe che la frontiera fosse composta da un numero illimitato di punti, ma nel modello essa viene realizzata con un numero fisso di punti, comunque sufficientemente grande da dare un senso di continuità visiva e da permettere al grafico di assumere una forma il più simile possibile al caso ideale. Quindi il modello possiede un numero costanti di punti di frontiera, che vengono inizializzati nell'origine del grafico o a distanza fissa piccola a piacere dall'origine stessa.

I punti devono permettere un'espansione della frontiera a tutto tondo, per realizzare tale intento ad ogni punto viene assegnato un settore angolare di competenza. Il numero di punti scelto per la frontiera determina l'ampiezza del settore angolare assegnato a ciascun punto, per esempio usando centottanta punti ogni punto riceve un settore angolare di ampiezza due gradi. La divisione in settori angolari comporta il fatto che tutti i punti reali giacenti nel medesimo settore angolare verranno rappresentati dallo stesso punto del modello, che deve tenere traccia della maggiore distanza dall'origine raggiunta. Ogni settore angolare, e quindi ogni punto del modello, è individuato univocamente dall'angolo della propria bisettrice, continuando l'esempio dei centottanta punti il primo di questi è univocamente identificato dall'angolo della bisettrice 0° e il suo settore angolare spazia da -1° a +1°. I punti sono memorizzati in una struttura dati governata da un indice numerico progressivo che parte da zero e arriva al numero dei punti meno uno, sfruttando tale caratteristica, e assicurandosi che i punti siano memorizzati in modo ordinato secondo l'angolo giro, si può calcolare l'angolo della bisettrice del punto desiderato semplicemente moltiplicando il suo indice per l'ampiezza del settore angolare comune a tutti i punti.

Rimane da capire come avviene l'aggiornamento del modello ogni volta che un nuovo punto reale è ricevuto. Il primo algoritmo di aggiornamento del modello è stato sviluppato utilizzando un approccio geometrico euclideo, che si è subito rivelato inutilmente complesso e di difficile implementazione. Il secondo algoritmo di aggiornamento del modello è stato sviluppato sfruttando un approccio trigonometrico, che si è mostrato in breve tempo vincente. L'algoritmo 5.1 riporta il risultato ottenuto grazie all'applicazione della trigonometria all'aggiornamento del grafico, che è alla base dell'implementazione presente nel componente dedicato alla gestione del model-

Algoritmo 5.1 L'algoritmo per l'aggiornamento del modello del grafico delle accelerazioni.

1. Ricezione di un nuovo punto P_{new} nello spazio delle accelerazioni.
2. Calcolo di A_{new} angolo relativo al nuovo punto P_{new}, sfruttando la funzione arcotangente.
3. Conversione dell'angolo A_{new} nell'intervallo $[0, 2\pi]$.
4. Individuazione del punto del grafico, P_1, il cui angolo di pertinenza, A_1, è immediatamente più piccolo dell'angolo A_{new}.
5. Individuazione del punto del grafico, P_2, il cui angolo di pertinenza, A_2, è immediatamente più grande dell'angolo A_{new}.
6. Individuazione di quale punto, P_1 o P_2, abbia l'angolo che minimizzi la differenza angolare con A_{new}. Chiamiamo il punto individuato P_{old}.
7. Calcolo della distanza D_{new} del punto P_{new} dall'origine del grafico.
8. Recupero della distanza memorizzata D_{old} del punto P_{old} dall'origine del grafico.
9. Se D_{new} è maggiore di D_{old} avviene l'aggiornamento del modello: P_{old} viene sostituito da P_{new}, e la distanza memorizzata D_{old} viene sostituita da D_{new}.

lo. L'algoritmo in breve sostituisce un punto nuovo ad uno vecchio se quello nuovo è in grado di ampliare la frontiera dei punti, la trigonometria è usata per individuare il punto vecchio da confrontare con quello nuovo, o, se si preferisce, il settore angolare in cui giace il punto nuovo.

Il modello del grafico è costantemente aggiornato durante l'intera esecuzione dell'applicativo software a partire da quando l'utente giunge alla schermata del menu principale per la prima volta. L'interfaccia grafica è costruita a partire dal modello solo quando il grafico è scelto dall'utente per la modalità avanzata del cruscotto virtuale. Un componente è dedicato alla costruzione dell'interfaccia del grafico, in modo indipendente dall'aggiornamento del modello. Mentre il modello esamina un nuovo punto nello spazio delle accelerazioni ad ogni frame, l'interfaccia grafica viene costruita e aggiornata a cadenza regolare nel tempo, per alleggerire il carico in memoria del cruscotto virtuale. Tale componente costruisce a partire dai punti del grafico un modello poligonale, composto da triangoli adiacenti tutti provvisti di un vertice giacente nell'origine del grafico e per altri vertici le coppie di punti successivi della frontiera.

5.5 Mappa

Il modulo della mappa implementa l'individuazione della posizione utente sfruttando la geo-localizzazione, il supporto al parcheggio e la ricerca dei luoghi di interesse.

Per la realizzazione del modulo mappa abbiamo deciso di avvalerci dei servizi offerti da Google Maps [18]. Google, infatti, offre agli sviluppatori la possibilità di integrare la maggior parte dei propri servizi tramite API. Nello specifico caso del servizio Google Places [20], che permette di usufruire della ricerca dei punti interesse presente in Maps, le API sono specializzate in funzione della piattaforma in cui si desidera integrarle, le varie declinazioni disponibili sono per applicazione web, per Android e per iOS. Poiché il nostro applicativo software è indirizzato ai dispositivi smartphone, e il suo sviluppo deve puntare a produrre un progetto multi-piattaforma provvisto di un'unica base di codice, abbiamo deciso di evitare di integrare direttamente le due diverse API per i sistemi operativi mobile, in modo da non dover produrre codice nativo specifico per le due piattaforme.

Al fine di percorrere la strada di un'integrazione indiretta della API, abbiamo scelto di avvalerci di un modulo esterno, preparato da altri sviluppatori, che non solo integra le API desiderate, ma offre già uno strato di componenti multi-piattaforma. L'utilizzo del modulo esterno ci ha permesso di risparmiare molto lavoro e tempo durante la fase implementativa, che abbiamo potuto reinvestire nelle funzionalità create da zero della nostra piattaforma, come il cruscotto virtuale e il supporto al racing. Il modulo esterno, inoltre, oltre all'integrazione delle API del servizio Places predispone molte altre funzionalità, tra cui l'integrazione del servizio Google Directions [19], con il quale è possibile ottenere indicazioni stradali su come raggiungere un determinato luogo.

La possibilità di sfruttare il servizio Directions, a costo di integrazione nullo, ci ha spinto in fase di realizzazione ad espandere le funzionalità della mappa, rispetto a quelle concordate in fase di design, includendo il calcolo e visualizzazione del percorso verso le diverse mete presenti nella piattaforma. Avvalendoci di una simile occasione abbiamo potuto introdurre una nuova funzionalità nel modulo della mappa, migliorando l'esperienza utente finale e espandendo le opzioni dedicate alla navigazione presenti nell'applicativo. La schermata della mappa ora permette agli utenti di ottenere le indicazioni su come raggiungere la propria motocicletta parcheggiata, o la stazione di servizio desiderata.

A fianco del modulo esterno, sono stati sviluppati alcuni componenti che adattano le funzionalità già disponibili all'esperienza utente del nostro applicativo. Il gestore della mappa si occupa di coordinare la visualizzazione della mappa geo-referenziata e l'esecuzione delle ricerche sia dei luoghi di interesse, sia delle indicazioni. Il gestore della mappa nel suo funzionamento si interfaccia con altri due componenti, ovvero

il gestore dei segna-luogo e il gestore del percorso. Questi ultimi si occupano di gestire gli elementi grafici che decorano la mappa. Il gestore dei segna-luogo tiene traccia di tutti gli indicatori aggiunti alla mappa, che possono segnalare la posizione utente, la posizione della moto o le posizioni delle stazioni di servizio. Il gestore del percorso, invece, tiene traccia del tracciato grafico indicante le direzioni trovate, esso esegue delle ottimizzazioni dell'aspetto grafico del percorso in funzione del livello di ingrandimento della mappa selezionato dall'utente.

5.6 Opzioni

Il modulo delle opzioni realizza la persistenza dei valori di configurazione dell'applicativo. Dalla schermata delle opzioni gli utenti possono scegliere le unità di misura preferite per la visualizzazione di determinate grandezze, disabilitare il supporto al parcheggio, abilitare l'utilizzo dei controlli touch durante la marcia, abilitare la creazione dei file degli itinerari e modificare il valore di soglia per l'allarme virtuale di rollio. Le preferenze espresse dagli utenti in merito a tali configurazioni devono rimanere le stesse anche tra utilizzi successivi dell'applicativo.

Per realizzare il salvataggio è stato realizzato un componente dedicato alla serializzazione. La serializzazione permette di convertire specifiche risorse script in file binari capaci di coglierne lo stato al momento del salvataggio, e di ripristinare tali risorse a partire dai file binari stessi. Il componente offre i servizi di serializzazione di caricamento e salvataggio a prescindere dall'effettivo contenuto delle risorse da convertire. La progettazione di tale componente dedicato alle sole operazioni di serializzazione ha permesso di sfruttarlo per salvare anche altri valori all'interno dell'applicativo software. Per esempio vengono salvati gli ultimi parametri scelti dall'utente nel cruscotto virtuale, sia quelli della modalità base sia quello della modalità avanzata, in modo che l'utente debba impostare una volta sola i suoi parametri preferiti. Anche i punti del modello del grafico delle accelerazioni vengono salvati alla chiusura dell'applicativo tramite la serializzazione.

Il gestore delle opzioni è il componente che amministra direttamente i valori delle opzioni, e che si avvale del componente dedicato alla serializzazione per salvare e caricare lo stato delle configurazioni scelte dall'utente. L'interfaccia grafica di ogni opzione è realizzata, invece, da un componente dedicato, che non appena rileva l'avvenuta interazione da parte dell'utente comunica al gestore delle opzioni il nuovo valore scelto. A ogni comunicazione di valore modificato ricevuta, il gestore rende lo stato dell'opzione cambiata persistente. Come è stato anticipato il gestore delle opzioni è un singleton, in modo da assicurare l'unicità e la reperibilità del punto di accesso ai valori delle opzioni.

Il modulo delle opzioni permette all'utente anche di azzerare il grafico delle accelerazioni del cruscotto virtuale. Tale funzionalità è offerte tramite un'interfaccia

grafica in linea con quella delle altre opzioni, ma alle cui spalle vi è un componente che, invece di comunicare con il gestore delle opzioni, invia una notifica al gestore del modello del grafico delle accelerazioni.

5.7 Localizzazione

Il modulo della localizzazione realizza la gestione delle lingue in cui l'applicativo può essere fruito dagli utenti. L'applicativo ora supporta una ridotta selezione di lingue, tra cui ovviamente italiano e inglese, ma il sistema di localizzazione è stato progettato e realizzato affinché l'aggiunta di nuove lingue possa avvenire in modo agevole durante la fase di mantenimento.

Ogni componente testuale dell'interfaccia grafica, che visualizza all'utente una scritta o un messaggio, è associato ad un valore di chiave univoco del sistema di localizzazione. A tale chiave sono associate le traduzioni del testo nelle varie lingue in una risorsa persistente a disposizione del modulo. Per aggiungere il supporto dell'applicativo software ad una nuova lingua è richiesto, essenzialmente, di aggiungere le nuove traduzioni dei vari messaggi testuali nella risorsa dedicata alla memorizzazione delle chiavi e dei valori.

È stato realizzato un gestore della localizzazione che si occupa di dedurre la lingua di sistema impostata nel dispositivo dell'utente e di configurarla anche nell'applicativo, se la lingua del dispositivo utente non è disponibile tra quelle supportate viene scelto un idioma di default, tipicamente l'inglese.

Esiste un altro componente dedicato alla localizzazione, associato ad ogni componente testuale dell'interfaccia grafica che possiede una chiave di localizzazione, tale componente ha il compito di recuperare la versione del testo visualizzato nella lingua impostata dal gestore della localizzazione. Grazie alla realizzazione di tale componente il passaggio da una lingua all'altra nell'applicativo è diventato completamente automatizzato. Il componente distribuito della localizzazione permette anche di cambiare lo stesso messaggio visualizzato, è sufficiente modificare la chiave del messaggio desiderato ed inviare una notifica a tale componente. La possibilità di cambiare il messaggio è utile nei casi in cui il contenuto dell'interfaccia grafica vada cambiato dinamicamente durante l'esecuzione dell'applicativo, i componenti testuali della schermata di pop-up, per esempio, si avvantaggiano di questa funzionalità ogni volta che viene richiesto di preparare un tipo di pop-up diverso dal precedente.

5.8 Tecnologia

L'applicativo è stato realizzato utilizzando la piattaforma di sviluppo Unity [34]. Unity è uno strumento software completo per lo sviluppo di giochi e applicazioni interattive, supporta la creazione di ambienti grafici sia tridimensionali che bidimen-

sionali, ed ha tra le sua caratteristiche principale la pubblicazione multi-piattaforma. La piattaforma, inoltre, possiede diversi canali di documentazione e un bacino di utenza in continua crescita. Unity supporta la creazioni di risorse script nei linguaggi Javascript e C#, infatti per la realizzazione del nostro applicativo abbiamo utilizzato il linguaggio C#. L'ecosistema dello strumento di sviluppo è pensato per essere espanso dagli utenti tramite la creazione di moduli esportabili che possono essere liberamente condivisi, o messi in vendita in un negozio digitale apposito. Il modulo esterno di cui ci siamo avvalsi per l'integrazione dei servizi di Google Maps è stato creato da altri sviluppatori sfruttando tale funzionalità di Unity.

La scelta di lavorare con Unity è stata veicolata dalle sue caratteristiche vantaggiose, prima fra tutte la sua natura multi-piattaforma, dalla familiarità degli sviluppatori, e dalla competitività con cui la piattaforma può ridurre i costi di produzione di un applicativo software come il nostro.

L'applicativo nello specifico è stato realizzato utilizzando la versione 4.6 di Unity, che introduce nuove funzionalità nella piattaforma per lo sviluppo nativo di interfacce grafiche e menu nell'ambito video-ludico. Il nostro progetto è stato costruito sfruttando tali recenti funzionalità e l'ambiente grafico bidimensionale.

Durante la fase implementativa del progetto è stata rilasciata una nuova versione di Unity numerata 5, a cui abbiamo deciso di non passare fino a lavori ultimati. La versione più recente della piattaforma di sviluppo è altamente compatibile con i progetti della versione precedente, ma non sarebbe stato funzionale allo sviluppo migrare a lavori ormai inoltrati da una versione all'altra, anche in considerazione del fatto che Unity 5 ha subito notevoli cambiamenti.

Il comparto grafico dell'applicativo software è stato realizzato tramite i programmi Adobe Photoshop [2] e Adobe Illustrator [1], quest'ultimo è dedicato alla creazione di grafica vettoriale. Per l'importazione all'interno di Unity degli elementi grafici, e loro ottimizzazione del carico in memoria, abbiamo utilizzato il programma TexturePacker [15].

Per il mantenimento del progetto, la sincronizzazione e la distribuzione del lavoro parallelo abbiamo usato il sistema di controllo di versione Subversion (SVN) [3].

Capitolo 6

Prove su circuito

In questo capitolo illustriamo i raffinamenti e le modifiche effettuate in fase di sviluppo al flusso di navigazione e all'interfaccia grafica, sulla base dei suggerimenti e delle osservazioni raccolti dai test della piattaforma su strada.

Durante la fase di sviluppo sono stati eseguiti numerosi test di utilizzo della piattaforma sul circuito di Misano, che hanno permesso di individuare e risolvere problematiche presenti nelle singole funzionalità, e di verificare che il supporto attivo al racing garantisse tutti i requisiti di sicurezza necessari per la futura commercializzazione dell'applicativo.

I test sono stati condotti con piloti professionisti, e quando la piattaforma ha raggiunto sufficiente stabilità è stata fatta provare anche a giornalisti specializzati, durante la presentazione dei nuovi modelli di motocicletta Aprilia V4.

Durante la fase di sviluppo è stato adottato un approccio iterativo [24] [12]. Ogni funzionalità è stata oggetto di una rapida prototipazione e successivi test in pista, che ci hanno consentito di raccogliere preziosi feedback sul design del flusso di navigazione e dell'interfaccia grafica. I feedback hanno guidati i successivi raffinamenti ai prototipi delle funzionalità, a cui sono seguiti ulteriori test e migliorie. L'approccio iterativo rappresenta una prassi consolidata di sviluppo, anche al di fuori dell'ambito automotive [35]. Le prime funzionalità ad essere state prototipate e testate sono il cruscotto virtuale e la corsa virtuale, in quanto costituiscono il cuore del supporto alla corsa su circuito e perché hanno richiesto il maggior lavoro in fase di sviluppo.

6.1 Test del flusso di navigazione

I numerosi suggerimenti e osservazioni raccolte dai piloti durante le prove su circuito hanno messo in evidenza alcuni punti deboli del flusso di navigazione, inerenti la fase di avvio dell'applicativo e l'interruzione della sessione di corsa su circuito. Grazie alla puntualità di tali segnalazioni abbiamo potuto migliorare i passaggi del flusso che rallentavano l'usabilità dell'applicativo, la cui velocità e semplicità di uti-

lizzo è fondamentale per gli utenti in sella alle proprie motociclette. Il design del flusso di navigazione ha avuto buona ricezione da parte dei piloti.

6.1.1 Test di connessione tra applicativo e motoveicolo

Nella parte iniziale del flusso di navigazione, compresa tra l'avvio e il raggiungimento della schermata di menu principale, avviene la connessione tra l'applicativo e il componente integrato nel motoveicolo. Se il primo tentativo fallisce la connessione il design del flusso non prevedeva alcuna procedura per ritentare la connessione, tale funzionalità era tra quelle disponibili solo nelle opzioni.

Le prove in pista hanno evidenziato come la capacità di connessione del componente integrato fosse stata sovrastimata in fase di design dell'applicativo, e i piloti hanno segnalato la scomodità di non poter ritentare immediatamente la connessione per dover raggiungere un'altra schermata. In seguito a tali suggerimenti abbiamo fornito la fase iniziale del flusso di navigazione della procedura per ritentare la connessione, ora è possibile eseguire un numero arbitrario di tentativi di connessione direttamente all'avvio dell'applicativo.

6.1.2 Test sul supporto al racing

Quando l'utente decide di terminare la sessione di corsa su circuito, richiama il menu e sceglie di interrompere la fase di supporto attivo al racing. La piattaforma mostra all'utente un pop-up per chiedere conferma delle sue intenzioni, a conferma ricevuta riporta l'utente alla schermata di scheda del circuito selezionato. Nella scheda del circuito compare un ulteriore pop-up per informare l'utente che la registrazione dei tempi in pista si è conclusa con successo.

Durante le prove in pista quasi l'unanimità dei piloti ha segnalato come il pop-up, riguardante la registrazione dei tempi, fosse fastidioso. Era chiaro dai commenti raccolti che la visualizzazione successiva di due pop-up rallentasse eccessivamente la velocità di utilizzo dell'applicativo, anche se dal punto di vista degli sviluppatori i messaggi visualizzati erano importanti. In seguito ai suggerimenti abbiamo provveduto a rimuovere la schermata di pop-up, che informava gli utenti della registrazione dei tempi.

6.1.3 Migliorie alla mappa

Come illustrato nel precedente capitolo in fase di realizzazione è stato possibile integrare nelle funzionalità offerte dalla mappa il calcolo del percorso dalla posizione utente alla meta scelta. Il design del flusso di navigazione prevede la possibilità di aggiungere alla mappa dei segna-posto indicanti la posizione della motocicletta parcheggiata o le stazioni di servizio cercate. Tale comportamento è stato potenziato dal calcolo del percorso, infatti se l'utente sceglie una meta ora non solo viene collocato

sulla mappa il segna-luogo, ma viene anche disegnato il percorso rappresentante le indicazioni stradali per raggiungerlo.

Costruiamo uno scenario d'uso delle funzionalità della mappa. Supponiamo che l'utente seguendo le indicazioni della piattaforma abbia raggiunto la stazione di servizio più vicina per poter effettuare il pieno del serbatoio. Ora l'utente ha il desiderio di riprendere il viaggio e vuole avvantaggiarsi della mappa per ritornare su strade a lui note, ma la schermata mostra ancora le ultime indicazioni ottenute. L'integrazione del calcolo del percorso non si è limitata al reperimento e visualizzazione delle indicazioni, per completarne l'usabilità è stata aggiunta la possibilità di eseguire un ripristino della mappa. In seguito al ripristino la mappa torna a mostrare esclusivamente la posizione utente sulla cartina rimuovendo tutti gli altri segna-posti e eventuali indicazioni.

Una altro scenario di utilizzo può svolgersi mentre l'utente sta seguendo le indicazioni visualizzate sulla mappa per raggiungere la stazione di servizio, ipotizziamo che all'ultima rotatoria il conducente prende un'uscita sbagliata finendo su una strada a senso unico, dove non è possibile fare inversione di marcia. Sempre a vantaggio dell'usabilità abbiamo aggiunto la possibilità di ricalcolare il percorso verso una destinazione già impostata a partire dalla nuova posizione utente, in questo l'utente può ottenere indicazioni stradali aggiornate senza dover eseguire di nuovo la ricerca delle stazioni di servizio.

Per entrambe le funzionalità di pulizia della mappa e aggiornamento delle indicazioni stradali il flusso di navigazione comincia e finisce nella schermata della mappa.

6.2 Test dell'interfaccia grafica

I suggerimenti e le indicazioni raccolti durante le prove in pista sono stati particolarmente utili per il raffinamento dell'interfaccia grafica. Sono state, infatti, molte le segnalazioni dei piloti che hanno contribuito a modifiche in fase di sviluppo degli elementi grafici delle schermate. Il perfezionamento dell'interfaccia grafica non sarebbe stato altrettanto efficace senza la raccolta di feedback provenienti dalla condizione di utilizzo per le quale è stata progettata, ovvero in sella ad una motocicletta.

6.2.1 Test del menu principale

Il menu era stato progettato in fase di design come una schermata con caratteristiche contestuali, ovvero doveva mettere in evidenza l'ultima funzionalità utilizzata dall'utente. L'indicazione contestuale consisteva nel mostrare la cornice dell'icona dell'ultima schermata visitata di colore giallo anziché rosso. Tale caratteristica grafica è stata rimossa dalla versione finale del menu.

Figura 6.1: Versione finale dell'interfaccia grafica della schermata di menu principale.

I test su pista hanno evidenziato come la caratteristica contestuale del menu fosse di scarsa utilità, infatti molti piloti hanno trovato tale caratteristica superflua considerata la semplicità con cui hanno preso confidenza con l'applicativo. Alcuni piloti, inoltre, hanno segnalato come il cambio di aspetto delle icone del menu li avesse confusi nei primi utilizzi dell'applicativo. Tali piloti hanno aggiunto che il loro disorientamento era causato dal fatto che non fosse sempre presente l'informazione contestuale: infatti non tutte le schermate, da cui il menu può essere richiamato, sono direttamente raggiungibili dal menu stesso.

I feedback raccolti dalle prove su circuito hanno evidenziato come un menu di tipo contestuale non sia adeguato per gli scenari di utilizzo della nostra piattaforma, ovvero in situazioni concitate come l'utilizzo in sella gli utenti preferiscono schermate immediatamente riconoscibili e prive di dettagli modificabili.

Nella versione finale della grafica per il menu, inoltre, è stato ridotto lo spessore delle cornici circolari e modificato il tratto di disegno delle icone, per consentire all'impatto visivo della schermata di proiettare l'immagine delle motociclette Aprilia V4 e del motociclismo professionistico.

6.2.2 Test della schermata pop-up

L'interfaccia della schermata di pop-up rappresenta il design grafico che ha subito maggiori modifiche in seguito ai test. Dalle prove su circuito è emerso che il testo del messaggio di pop-up risaltava poco a causa delle dimensioni ridotte. La maggior parte dei piloti ha segnalato di aver avuto difficoltà a leggere i messaggi di pop-up indossando il casco e molti anche a casco rimosso, utilizzando l'applicativo in pista a motoveicolo fermo dove l'illuminazione è elevata.

Figura 6.2: L'interfaccia grafica finale della schermata di pop-up.

Nel design della schermata al testo del pop-up erano state dedicate tre righe, che ospitano scritte evidentemente troppo piccole per essere lette agevolmente negli scenari di utilizzo dell'applicativo. Dopo i primi test abbiamo rivisitato il design della schermata di pop-up, al fine di dare maggiore spazio e risalto al tasto e ridurre l'impatto di altri elementi grafici di secondaria importanza.

La soluzione che abbiamo adottato consiste nell'ingrandire l'elemento rettangolare principale, all'interno del quale abbiamo definito tre aree orizzontali: in cima è stato riservato uno spazio ridotto agli elementi secondari, sotto a questi trova sede il titolo, e sotto ancora è stato collocato il testo del messaggio, che ora occupa un'area sensibilmente maggiore.

L'icona del pop-up ora è mostrata nella parte sinistra degli elementi secondari, la sua dimensione è stata sensibilmente ridotta e l'elemento circolare che le faceva da cornice è stato rimosso. Le informazioni aggiuntive occupano la parte destra degli elementi secondari, hanno a disposizione lo stesso spazio verticale dedicato all'icona e sono allineati con quest'ultima. In figura 6.2 è mostrato un pop-up con i dettagli di una stazione di servizio, nell'area degli elementi secondari possiamo notare l'icona della pompa di benzina in alto a sinistra e la distanza della stazione di servizio dalla posizione dell'utente riportata in alto a destra.

Il testo del messaggio ora gode di un maggiore spazio dedicato, e questo ci ha permesso di aumentare in modo significativo la dimensione dei suoi caratteri per renderlo più leggibile. Inoltre il testo ora è inserito in un'area provvista di scorrimento verticale, che si adatta automaticamente al numero di righe del messaggio visualizzato. Tale accorgimento ha dotato la schermata di pop-up della capacità di ospitare testi di lunghezza arbitraria senza sacrificarne la leggibilità, caratteristica molto desiderabile anche in vista di future localizzazioni.

La fase di test in pista ha messo in luce come il design della schermata di pop-

Figura 6.3: Differenze dell'interfaccia grafica della modalità avanzata del parametro rollio, nella schermata di cruscotto virtuale, tra design (sinistra) e versione finale (destra).

up sia stato parzialmente sottovalutato durante la progettazione, e ci ha permesso di migliorare tale interfaccia grafica in funzione delle reali condizioni di utilizzo dell'applicativo.

6.2.3 Test del cruscotto virtuale

La versione finale della grafica del cruscotto è estremamente aderente a quanto progettato in fase di design, infatti anche durante le prove in pista sono stati raccolti molti pareri entusiasti della schermata. Sono comunque stati svolti dei raffinamenti durante la realizzazione, e tali modifiche riguardano il miglioramento delle visualizzazioni avanzate di alcuni parametri, al fine di renderne la fruizione ancora più immediata. Nello specifico sono state apportate migliorie alle grafiche dei parametri rollio, accelerazioni, temperatura del motore e voltaggio della batteria.

La visualizzazione avanzata del parametro rollio, o angolo di piega, ha ricevuto in fase di sviluppo un raffinamento. Dalle prove in pista è emerso che alcuni piloti avevano difficoltà nella consultazione della sua interfaccia grafica, nello specifico i suggerimenti indicavano come la distanza tra la ghiera, provvista delle tacche numerate, e lo sfondo rosso della lancetta a forma di motocicletta non facilitasse la lettura del valore di rollio durante la guida del motoveicolo.

Per ovviare al problema abbiamo provveduto a ingrandire, in modo proporzionale, i componenti dello sfondo nero, della lancetta e del suo sfondo rosso, fino a far collimare tali elementi con il profilo della ghiera, in modo da annullare la fastidiosa distanza. Come effetto collaterale positivo della modifica l'interfaccia del parametro risulta essere leggermente ingrandita rispetto alla versione di design, rendendo la grafica ancora più facile da leggere.

Dopo il raffinamento dell'interfaccia grafica nessun pilota, nei successivi test in pista, ha più avuto difficoltà ad utilizzare la modalità avanzata del parametro rollio.

Figura 6.4: Differenze dell'interfaccia grafica del grafico delle accelerazioni, nella schermata di cruscotto virtuale, tra design (sinistra) e versione finale (destra).

L'interfaccia del grafico delle accelerazioni non ha ricevuto particolari segnalazioni, al contrario ha suscitato molta curiosità tra i piloti, che hanno ben accolto la presenza del nuovo tipo di grafico. Dalle prove in pista sono stati raccolti dati estremamente interessanti sulle modalità con cui la guida su circuito popola tale grafico.

I piloti coinvolti nelle prove sono professionisti in grado di mantenere uno stile di guida molto sostenuto sui tracciati, ben al di sopra dell'abilità media di un normale appassionato di motociclismo. I grafici delle accelerazioni dei piloti hanno forme specifiche diverse, ma nel complesso mostrano delle aree comprese entro limiti ben definiti. Come mostrato dal grafico a sinistra nella figura 6.4, la maggior parte dei piloti durante la guida raggiunge spesso il fondo scala del semiasse negativo delle ordinate, ma in nessun grafico è stato riscontrato il superamento della circonferenza di raggio in prossimità dell'asse delle ascisse o del semiasse positivo delle ordinate.

I grafici raccolti hanno confermato le nostre aspettative maturate in fase di design, basate sulla natura stessa della normalizzazione applicata ai valori delle accelerazioni. Rimanere all'interno della circonferenza di raggio uno in fase di accelerazione rappresenta il mantenimento di uno stile di guida sicura, la fase di accelerazione è rappresentata dal semipiano positivo delle ordinate. Il superamento della circonferenza di raggio uno nell'intorno del semiasse negativo delle ordinate, invece, non preclude in alcun modo la sicurezza, in quanto rappresenta la fase di frenata.

Studiare tali grafici ci ha permesso di elaborare il raffinamento dell'interfaccia mostrato nell'immagine di destra della figura 6.4, ovvero è stata ingrandita la proporzione della circonferenza di raggio uno, portandola a riempire la maggior parte dello spazio a disposizione, nella parte alta la circonferenza si avvicina alla tangenza con la cornice rossa, nella parte bassa, invece, è stato mantenuto lo spazio dedicato ai valori della frenata.

Tale raffinamento realizzata sulla base dei dati raccolti in pista, ci ha consentito

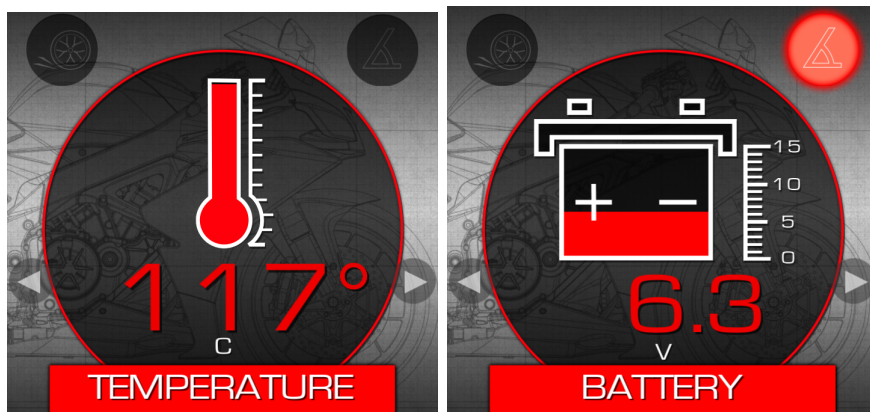



Figura 6.5: Le interfacce grafiche finali delle modalità avanzate dei parametri voltaggio della batteria e temperatura del motore, nella schermata di cruscotto virtuale.

sostanzialmente di ingrandire ulteriormente l'interfaccia del grafico della accelerazioni, senza comprometterne l'usabilità. I piloti hanno espresso apprezzamento per le maggiori dimensioni del grafico, confermando che ora è più facile da leggere in tutte le condizioni di guida.

Le interfacce grafiche delle modalità avanzata dei parametri voltaggio della batteria e temperatura del motore sono state modificate in fase di sviluppo per includere una funzionalità aggiuntiva.

Alcuni piloti durante le prove in piste hanno chiesto se non fosse possibile includere un qualche tipo di allarme nella modalità avanzata della temperatura del motore, per indicare il raggiungimento di valori critici. Il suggerimento era estremamente pertinente alle caratteristiche del cruscotto virtuale, e di conseguenza abbiamo deciso che l'allarme per l'eccessiva temperatura del motore fosse una funzionalità significativa da aggiungere, in grado di migliorare l'esperienza utente.

La soluzione che abbiamo adottato, per includere l'allarme nell'interfaccia grafica, consiste nel lanciare un'animazione che coinvolge la scritta del valore numerico del parametro non appena la soglia critica viene raggiunta, e che si interrompe solo quando il valore scende di nuovo al di sotto della soglia. Durante l'animazione, come mostrato in figura 6.5, la scritta del valore numerico cambia colore, passando da bianco a rosso, e pulsa in maniera vistosa. I piloti hanno confermato che la resa visiva dell'allarme cattura immediatamente l'attenzione, anche durante la guida.

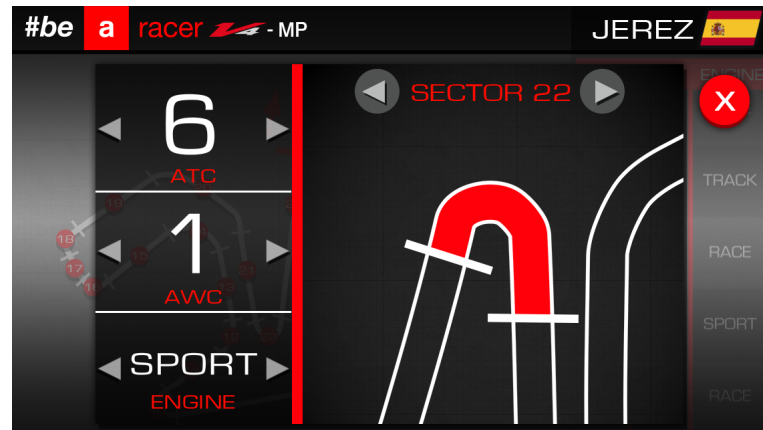
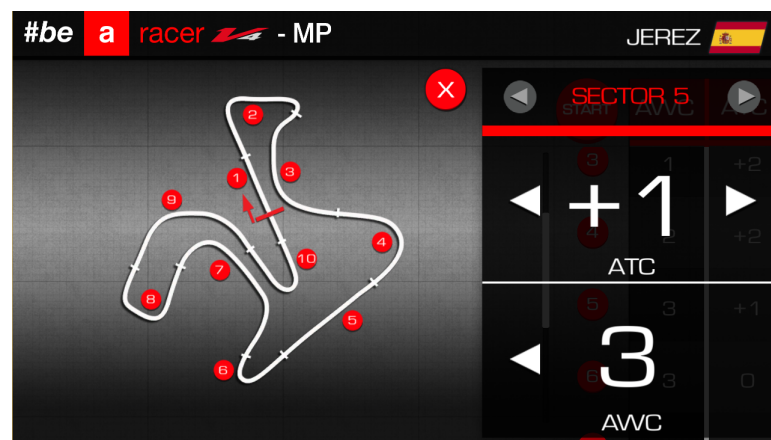
In seguito all'aggiunta dell'allarme all'interfaccia della temperatura del motore, ci siamo chiesti se ci fossero altri parametri, visualizzati nel cruscotto virtuale, per cui l'aggiunta di un simile allarme rappresentasse una miglioria. I parametri rollio e slittamento della ruota motrice sono stati esclusi dalla ricerca, in quanto sono oggetto delle spie virtuali, parti integranti delle funzionalità offerte dal cruscotto virtuale. Alla fine l'allarme per il raggiungimento di valori critici è stato integrato

(a) L'interfaccia grafica progetta in fase di design.

(b) La versione finale dell'interfaccia grafica.

Figura 6.6: Differenze nell'interfaccia grafica per l'impostazione dei valori degli aiuti elettronici.

nell'interfaccia di un solo altro parametro, il livello di voltaggio della batteria. La scelta di tale parametro è stata eseguita guardando alle spie e allarmi presenti di serie nei cruscotti degli autoveicoli: sia la temperatura del motore, sia la ricarica della batteria sono, infatti, monitorati da una spia di luce rossa.

La modalità avanzata del voltaggio della batteria è stato dotata della stessa animazione di allarme aggiunta alla temperatura del motore, in questo caso la soglia critica viene raggiunta quando la carica della batteria diminuisce eccessivamente.

6.2.4 Test della scheda del circuito

L'interfaccia grafica della scheda del circuito non ha ricevuto particolare segnalazioni da parte dei piloti durante i test su pista, il design della schermata, dominato dallo schema del tracciato e dalla tabella riassuntiva dei valori degli aiuti elettronici, è stato trovato molto pratico da consultare e utilizzare. Abbiamo raccolto, invece, diverse segnalazioni riguardanti la schermata in sovrimpressione, a quella della sche-

da del circuito, che permette di modificare i valori degli aiuti elettronici assegnati a ciascun settore del circuito. Il design dell'interfaccia grafica di tale schermata, come mostra la figura 6.6a, prevedeva la visualizzazione nel dettaglio del settore selezionato e di riquadri dedicati al cambio dei valori, consentendo di passare ciclicamente da una sezione di circuito all'altra.

Molti piloti durante i test in pista hanno lamentato la scarsa utilità di visualizzare il dettaglio della sezione di circuito selezionata. Da tali segnalazioni e altri suggerimenti abbiamo capito che, durante il settaggio dei valori degli aiuti elettronici, per i conducenti è più importante avere a disposizione lo schema dell'intero circuito, al fine di poter pianificare in modo più strutturato il cambio dei parametri da una sezione e all'altra.

Assecondando le indicazioni raccolte, abbiamo provveduto ad apportare delle modifiche all'interfaccia grafica del settaggio dei valori. Come mostrato nella figura 6.6b, ora la schermata di modifica degli aiuti elettronici si sovrappone esclusivamente alla tabella riassuntiva, lasciando a sinistra piena visibilità sullo schema del tracciato. Nella nuova interfaccia grafica, inoltre, è stato possibile aumentare la dimensione delle scritte riportanti i valori, per renderli ancora più visibili.

Grazie ai suggerimenti raccolti dai piloti, è stato possibile migliorare l'interfaccia della schermata di scheda del circuito che ora consente di pianificare i valori degli aiuti elettronici in modo più semplice ed efficace.

6.2.5 Test della corsa virtuale

Le prove in pista e i suggerimenti raccolti hanno evidenziato come l'impostazione generale della schermata corsa virtuale fosse valida, ma allo stesso tempo la sua interfaccia grafica richiedesse diverse migliorie.

Dai test su circuito della piattaforma è stato raccolto un suggerimento unanime, tutti i piloti concordavano nel segnalare che il livello di ingrandimento del modello del tracciato fosse eccessivo. Dalle segnalazioni abbiamo capito che il dettaglio troppo elevato del circuito non garantiva la possibilità di cogliere con sufficiente anticipo le prossime curve del circuito. Abbiamo provveduto a ridurre l'ingrandimento del tracciato, come mostrato dalla figura 6.7 ora è possibile tenere sott'occhio una porzione più estesa del circuito. Tale semplice raffinamento della schermata ha migliorato l'usabilità della corsa virtuale, e in tutte le prove successive i piloti hanno confermato la validità del cambiamento.

Un'altra importante segnalazione giunta dai test riguarda gli elementi rettangolari nella parte alta dell'interfaccia grafica, rappresentanti le sezioni in cui è suddiviso il tracciato. Molti utenti hanno tratto utilità ridotta da tali elementi grafici, o addirittura non hanno capito a cosa si riferissero i rettangoli. È evidente che il design di tali elementi non era sufficientemente integrato con il resto dell'interfaccia da rendere il loro ruolo autoesplicativo, per questo motivo durante abbiamo provveduto a

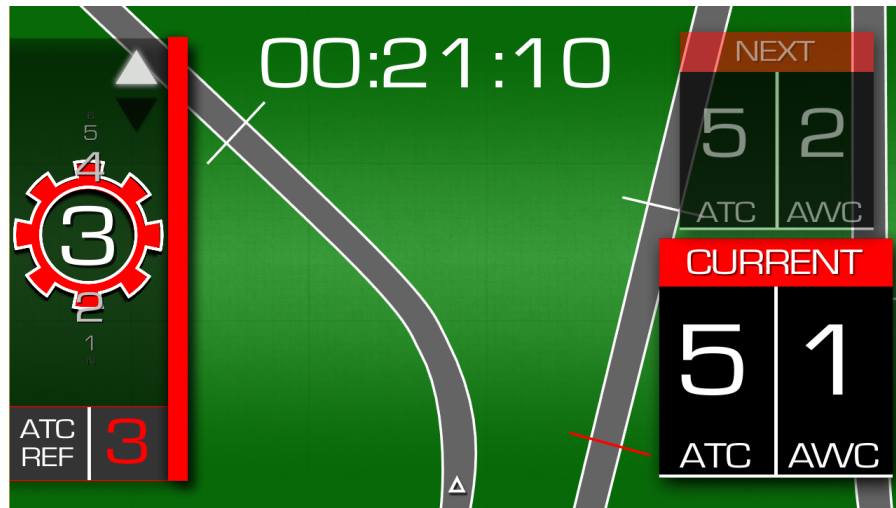



Figura 6.7: L'interfaccia grafica della schermata di corsa virtuale.

rimuovere dalla schermata gli elementi rettangolari rappresentanti i settori. In seguito a tale modifica ci siamo interrogati su come concretizzare un nuovo design per l'indicazione dei settori del circuito, che soddisfacesse i requisiti di usabilità indicati dai piloti e che fosse in maggiore armonia con la grafica della schermata.

La soluzione è arrivata guardando al design della schermata scheda del circuito, dove la divisione in settori è segnalata da linee trasversali al tracciato di marcato spessore. Integrando anche nella grafica della corsa virtuale le linee trasversali dei settori, abbiamo potuto instaurare una maggiore continuità tra le due diverse schermate, e comunicare visivamente agli utenti lo stesso concetto con i medesimi elementi grafici. I commenti raccolti sul nuovo design nelle successive prove su circuito hanno convalidato la bontà di indicare la divisione in settori allo stesso modo nelle due schermate, i piloti sono stati tutti in grado di riconoscere tali elementi grafici e di avvalersene nella guida.

Avendo rimosso gli elementi grafici rettangolari dalla parte alta della schermata, abbiamo potuto ingrandire la scritta riportante il valore del cronometro di giro in pista, alcune segnalazioni raccolte dai test in pista, infatti, indicavano che il cronometro necessitasse di dimensioni maggiori.

Durante i test della schermata è stato possibile far provare ai piloti diverse configurazioni di elementi grafici nel riquadro di sinistra. Delle varie possibilità i feedback hanno espresso la più alta preferenza nei casi in cui l'intero riquadro era dedicato ad un unico parametro. La presenza di parametri multipli, nel riquadro sinistro, causava un eccessivo carico di informazioni visive in una schermata già ricca di punti di interesse, compromettendo l'usabilità della corsa virtuale.

Dei vari parametri testati per l'elemento sinistro è stata scelta la marcia. I piloti hanno evidenziato come l'informazione sulla marcia completasse l'usabilità della corsa virtuale in modo adeguato, trovando utile averla sempre a portata visiva.

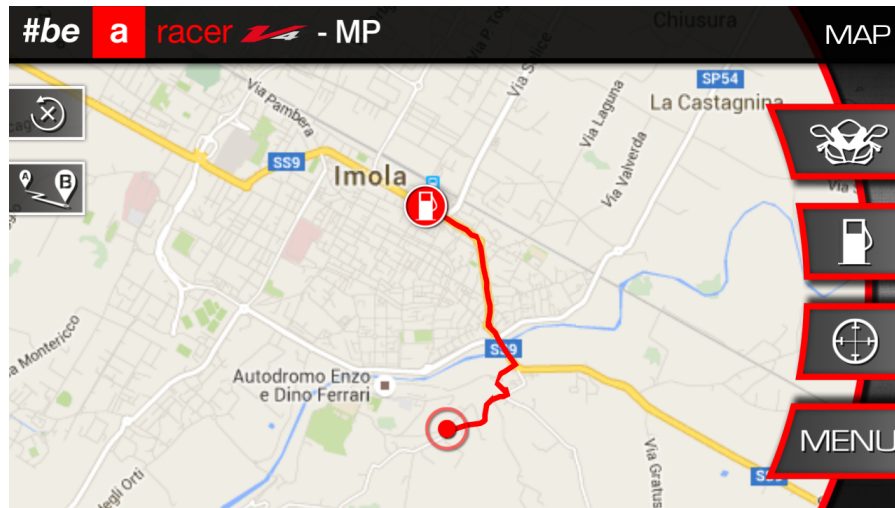



Figura 6.8: L'interfaccia grafica finale della schermata di mappa.

Abbiamo collocato nel rettangolo, quindi, la visualizzazione avanzata del parametro della marcia, in modo del tutto simile a come appare nel cruscotto virtuale. La modalità avanzata del parametro contiene anche i suggerimenti, basati sul numero di giri del motore, su quando sarebbe opportuno aumentare o scalare la marcia.

Nel design dell'interfaccia grafica della corsa virtuale il circuito subiva variazioni cromatiche per dare al conducente suggerimenti sulla guida, si tingeva di verde per consigliare di accelerare, e si tingeva di rosso per consigliare di rallentare. Le prove su circuito hanno evidenziato come tale segnalazione dei suggerimenti sia poco leggibile durante la guida, l'area ridotta del tracciato rende difficile cogliere le variazioni di colore. La scarsa leggibilità dei suggerimenti tramite colore, inoltre, è stata esasperata dalla riduzione del livello di ingrandimento del tracciato. Per risolvere il problema abbiamo modificato il sistema visivo di suggerimento, ora non è più il circuito a subire le variazioni cromatiche, ma, come mostrato in figura 6.7, è lo sfondo del tracciato a tingersi di rosso e verde. I piloti hanno confermato che, grazie alla maggior area coperta dallo sfondo, i suggerimenti ora sono immediatamente comprensibili.

Grazie alle numerose prove su circuito e alle puntuali considerazioni dei piloti è stato possibile raffinare con diverse iterazioni di prototipazione e design la schermata di corsa virtuale, fino a renderla adeguata all'utilizzo durante la guida.

6.2.6 Migliorie alla mappa

Nel design dell'interfaccia grafica della mappa era stato previsto un elemento grafico a forma di fumetto, per evidenziare la meta scelta. Tale caratteristica grafica non è stata mantenuta nella versione finale della schermata.

In seguito all'integrazione del calcolo del percorso, e della sua visualizzazione sotto forma di collegamento tra la posizione utente e la meta scelta, non è stato più

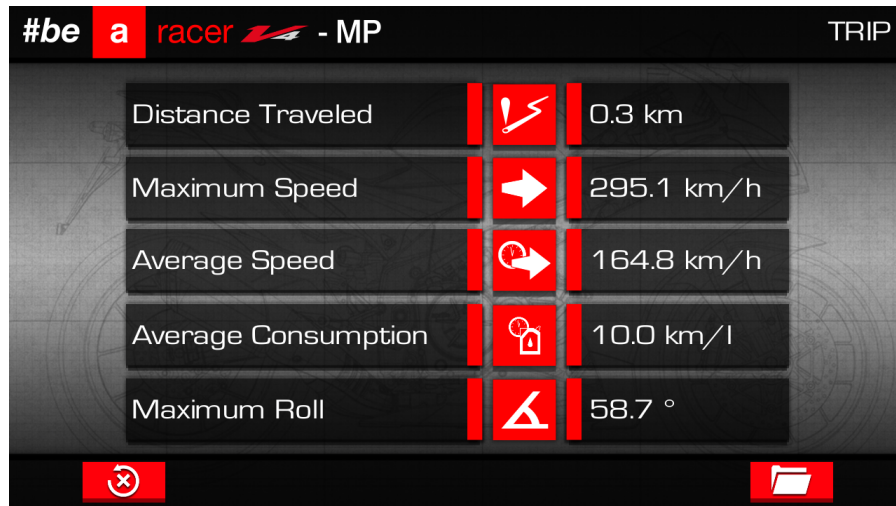



Figura 6.9: L'interfaccia grafica finale della schermata computer di viaggio.

necessario disporre di un elemento grafico dedicato a evidenziare la meta designata.

Nella versione finale dell'interfaccia grafica della mappa, come mostrato in figura 6.8, se l'utente sceglie una stazione di servizio come meta, vengono trovate le indicazioni stradali per raggiungerla e visualizzate sulla cartina insieme all'indicazione della posizione utente e della posizione della stazione di servizio stessa, garantendo all'utente la leggibilità della schermata.

6.2.7 Test del computer di viaggio

Nella versione finale dell'interfaccia grafica del computer di viaggio è stata modificata la larghezza delle colonne dei nomi dei parametri e dei loro valori. Dalle prove in pista è emerso che le scritte dei nomi risultavano difficili da leggere per alcuni piloti.

Il design della schermata prevedeva un assetto simmetrico tra la colonna dei nomi e quella dei valori, ma questi ultimi occupavano in modo scarso lo spazio a disposizione, così abbiamo ristretto la colonna di destra e allargato quella dedicata ai nomi, come mostrato nella figura 6.9. Tale cambiamento ci ha permesso di aumentare le dimensioni delle scritte dei nomi, risolvendo la problematica di leggibilità ridotta segnalata dai piloti.

Nei successivi test su circuito tutti i piloti sono riusciti ad utilizzare il computer di viaggio senza alcuna difficoltà, la schermata è ora adatta ad essere fruita anche indossando un casco e durante la guida.

6.2.8 Test delle opzioni

Dalle prove in pista dell'applicativo è emerso che gli elementi interattivi dell'interfaccia delle opzioni erano difficili da utilizzare, a causa delle ridotte dimensioni.

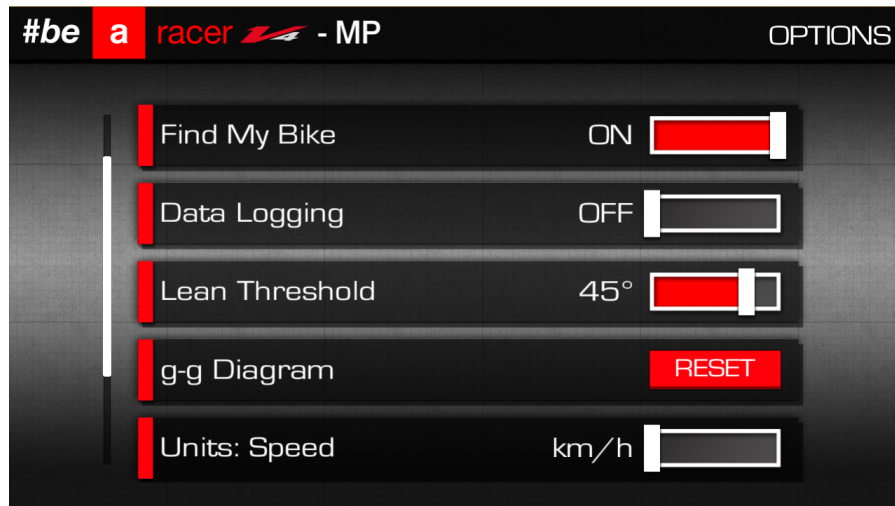



Figura 6.10: L'interfaccia grafica finale della schermata delle opzioni.

Per rendere più confortevole il settaggio dei valori delle opzioni abbiamo modificato le dimensioni dei cursori scorrevoli e dei bottoni ingrandendoli, come è mostrato in figura 6.10.

L'ingrandimento proporzionato, ovviamente, ha portato tali elementi ad occupare un maggiore spazio verticale nella riga a loro disposizione. La scritta riportante il valore dell'opzione, che nel design dell'interfaccia grafica era collocata al di dotto dell'elemento interattivo, è stata spostata alla sua sinistra. Tale spostamento ci ha permesso di aumentare sensibilmente le dimensioni della scritta stessa, non avendo più vincoli dettati dalla disposizione verticale degli elementi da rispettare.

Grazie a tali piccoli accorgimenti è stata nettamente migliorata l'usabilità dell'interfaccia grafica delle opzioni: non solo ora è più facile interagire con i cursori scorrevoli e i bottoni, ma è anche più facile leggere il valore corrispondente all'impostazione scelta, il tutto sfruttando meglio lo spazio a disposizione. Dopo la modifica, nei successivi test su circuito, i piloti non hanno più avuto problemi a modificare e leggere i valori delle opzioni.

6.3 Migliorie ai controlli

La nostra conoscenza delle funzionalità offerte dal componente integrato Piaggio Multimedia Platform (PMP) è cresciuta con l'avanzare della fase di sviluppo. Oltre alle funzionalità che sono alla base dell'esperienza utente progettata nel design della nostra piattaforma, durante i test in pista è emersa un'ulteriore possibilità offerta dal componente integrato. Nello specifico caso dei motoveicolo Aprilia che equipaggiano tale unità è stato predisposto un tasto sul manubrio dedicato a fungere da input per il componente integrato. La possibilità di implementare un qualche tipo di comando dedicato alla piattaforma, da mappare al tasto presente sul manubrio, è in grado di

conferire all'usabilità della piattaforma un'integrazione ancora inedita per l'ambito delle applicazioni dedicate alle motovetture.

Abbiamo studiato diversi possibili comandi da assegnare al tasto del manubrio, ed abbiamo chiesto ai piloti durante le prove su circuito quale funzionalità della piattaforma avrebbero voluto poter governare direttamente dal manubrio della motocicletta. Il requisiti che abbiamo individuato per il comando da assegnare a tale tasto sono che la funzionalità mappata deve essere inerente al supporto attivo al racing, parte innovativa della piattaforma, e che la funzionalità deve consolidare l'usabilità della piattaforma introducendo un nuovo controllo, che possa migliorare in modo significativo l'esperienza utente.

A valle di tali considerazioni e numerose prove di comandi, abbiamo assegnato al tasto sul manubrio il comando di disattivare o riattivare il settaggio degli aiuti elettronici da parte della piattaforma. L'implementazione di tale comando ha permesso di aumentare notevolmente il livello di sicurezza garantito dalla nostra piattaforma. Il fatto che l'utente possa, grazie al nuovo comando, sospendere l'intervento automatico della piattaforma sugli aiuti elettronici fa fronte a scenari d'uso in cui l'utente si renda conto, poco dopo essere sceso in pista, di aver completamente sbagliato la configurazione dei valori degli aiuti, magari per inesperienza. Utilizzando il nuovo comando è possibile continuare in totale sicurezza la corsa sul tracciato, senza doversi fermare, e l'intervento non richiede al conducente di rimuovere neanche una mano dal manubrio. Sfruttando lo stesso comando è anche possibile riattivare l'intervento della piattaforma sugli aiuti elettronici, durante la stessa sessione di supporto racing in cui lo si era disattivato.

Le successive prove su circuito e i commenti raccolti dai piloti hanno convalidato l'inserimento e la natura del nuovo comando.

Capitolo 7

Conclusioni

Lo scopo del nostro lavoro era la creazione di un piattaforma per motoveicoli in grado di migliorarne l'esperienza di guida, fornendo ai conducenti strumenti di supporto alla corsa su circuito simili a quelli disponibili nel motociclismo professionistico. Per raggiungere questo scopo ci siamo avvalsi di un approccio iterativo alla sviluppo. Innanzitutto insieme ad Aprilia abbiamo definito l'architettura della piattaforma e le sue funzionalità, successivamente abbiamo progettato l'esperienza utente, infine abbiamo svolto numerose prove su circuito delle singole funzionalità implementate con l'aiuto di piloti professionisti, per migliorare l'usabilità della piattaforma.

La nostra piattaforma si interfaccia con il componente integrato Piaggio Multimedia Platform (PMP) e con i modelli di motocicletta Aprilia V4. Abbiamo sviluppato lo strato applicativo della piattaforma per i dispositivi smartphone, che possono essere adattati tramite appositi supporti all'utilizzo su motoveicoli. Le funzionalità che abbiamo realizzato per la piattaforma comprendono telemetria in tempo reale della motovettura, supporto attivo al racing, tramite pianificazione e configurazione automatica durante la corsa degli aiuti elettronici presenti sul motoveicolo, supporto alla navigazione con mappa geo-localizzata e computer di viaggio.

Abbiamo effettuato numerosi test su pista della piattaforma nel circuito di Misano con piloti professionisti, che ci hanno fornito molti importanti feedback su come migliorare l'applicativo per l'utilizzo in sella ai motoveicoli. I piloti, inoltre, sono rimasti molto soddisfatti dello stadio finale raggiunto dalla piattaforma. Al termine dello sviluppo la piattaforma è stata fatta provare anche a giornalisti del settore motociclistico, che hanno espresso pareri positivi sulle funzionalità della piattaforma, e sono rimasti colpiti dal livello internazionale dei circuiti supportati.

Il prossimo passo è la commercializzazione, a cui seguirà una fase di espansione delle lingue supportate dalla localizzazione per raggiungere un pubblico più vasto. Inoltre dai test in pista con i piloti e i giornalisti abbiamo raccolto delle idee per futuri sviluppi della piattaforma.

Una delle funzionalità che vorremmo aggiungere consiste nel registrare tutti i dati

del giro in pista, per offrire all'utente la possibilità di vedere in un secondo momento una ricostruzione tridimensionale della corsa su circuito.

Ci piacerebbe poter sviluppare un sistema di controlli interamente basato sul riconoscimento vocale da affiancare ai controlli touch già realizzati per la piattaforma, in modo da consentire piene interazioni con l'applicativo senza dover mai rimuovere le mani dal manubrio. Per realizzare tale sistema di controllo vocale potremmo sfruttare la tecnologia molto diffusa degli auricolari Bluetooth.

Inoltre potremmo aggiungere la creazione di profili utente, da integrare con il salvataggio dei file di itinerario, dei tempi sui circuiti, delle configurazioni degli aiuti elettronici e delle telemetrie per i replay. Tali profili utenti potrebbero essere la base per la creazione di un nuovo portale web dedicato alla piattaforma, dove gli utenti possono accedere ad alcune delle funzionalità offerte dall'applicativo, ma soprattutto possono gestire e condividere i propri file con gli altri utenti, inviando magari i propri tempi registrati su circuito a delle classifiche organizzate in diverse categorie.

Bibliografia

[1] Adobe. Adobe illustrator cc. http://www.adobe.com/it/products/illustrator.html, 2015.

[2] Adobe. Adobe photoshop cc. http://www.adobe.com/it/products/photoshop.html, 2015.

[3] Apache. Apache subversion. https://subversion.apache.org/, 2015.

[4] Aprilia. Rsv4 rf. http://www.it.aprilia.it/it/it/index/modelli/moto/road/rsv4-rf.html, 2015.

[5] Aprilia. Rsv4 rr. http://www.it.aprilia.it/it/it/index/modelli/moto/road/rsv4-rr.html, 2015.

[6] Aprilia. Tuono v4 factory. http://www.it.aprilia.it/it/it/index/modelli/moto/road/tuono-v4-Factory.html, 2015.

[7] Aprilia. Tuono v4 rr. http://www.it.aprilia.it/it/it/index/modelli/moto/road/tuono-v4-rr.html, 2015.

[8] Audi. Audi connect. http://www.audi.co.uk/audi-innovation/advanced-technologies/audi-connect.html, 2015.

[9] Audi. Audi mmi connect. https://play.google.com/store/apps/details?id=de.audi.mmiapp, 2015.

[10] Audi. Audi virtual cockpit. http://www.audi.co.uk/audi-innovation/advanced-technologies/audi-connect.html, 2015.

[11] Audi. Mmi connect. https://itunes.apple.com/it/app/mmi-connect/id570608111, 2015.

[12] Nicholas I. Benimoff and William B. Whitten. Human factors approaches to prototyping and evaluating user interfaces. *AT T Technical Journal*, 68(5):44–55, Sept 1989.

[13] BMW. Bmw connected drive. http://www.bmw.it/it/topics/mondo-bmw/connecteddrive/Panoramica.html, 2015.

[14] Raja Bose, Jörg Brakensiek, and Keun-Young Park. Terminal mode: Transforming mobile devices into automotive application platforms. In *Proceedings of the 2Nd International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, AutomotiveUI '10, pages 148–155, New York, NY, USA, 2010. ACM.

[15] CodeAndWeb. Texture packer. `https://www.codeandweb.com/texturepacker`, 2015.

[16] Patrick Th. Eugster, Pascal A. Felber, Rachid Guerraoui, and Anne-Marie Kermarrec. The many faces of publish/subscribe. *ACM Comput. Surv.*, 35(2):114–131, June 2003.

[17] Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, and John Vlissides. *Design patterns: elements of reusable object-oriented software*. Pearson Education, 1994.

[18] Google. Google maps apis. `https://developers.google.com/maps/`, 2015.

[19] Google. Google maps directions api. `https://developers.google.com/maps/documentation/directions/`, 2015.

[20] Google. Google places api. `https://developers.google.com/places/`, 2015.

[21] BMW GROUP. My bmw remote. `https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bmw.remote`, 2015.

[22] Opel Group. Myopel. `https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gme.myopel`, 2014.

[23] Opel Group. Myopel. `https://itunes.apple.com/it/app/myopel/id649913497`, 2015.

[24] N. Heaton. What's wrong with the user interface: how rapid prototyping can help. In *Software Prototyping and Evolutionary Development, IEE Colloquium on*, pages 7/1–7/5, Nov 1992.

[25] G. Macario, Marco Torchiano, and M. Violante. An in-vehicle infotainment software architecture based on google android. In *Industrial Embedded Systems, 2009. SIES '09. IEEE International Symposium on*, pages 257–260, July 2009.

[26] M. Miyamae, T. Terada, M. Tsukamoto, and S. Nishio. An event-driven wearable system for supporting motorbike racing teams. In *Wearable Computers, 2004. ISWC 2004. Eighth International Symposium on*, volume 1, pages 70–76, Oct 2004.

[27] Piaggio. Piaggio multimedia platform. http://newpmp.piaggio.com/newmultimediaplatform/, 2014.

[28] Porsche. Porsche car connect. http://www.porsche.com/italy/carconnect/, 2015.

[29] Relab. Piaggio multimedia platform. https://play.google.com/store/apps/details?id=pak.PMPiaggio, 2014.

[30] Vodafone Automotive Telematics SA. Porsche car connect. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cobratelematics.pcc, 2014.

[31] Vodafone Automotive Telematics SA. Porsche car connect. https://itunes.apple.com/it/app/porsche-car-connect/id675059864, 2015.

[32] Insick Son, Kabsu Han, Daejin Park, Meng Di Yin, and Jeonghun Cho. A study on implementation of ivi applications for connected vehicle using html5. In *IT Convergence and Security (ICITCS), 2014 International Conference on*, pages 1–4, Oct 2014.

[33] Digital Tales. Digital tales. http://www.dtales.it/, 2015.

[34] Unity Technologies. Unity - overview. https://unity3d.com/unity, 2015.

[35] R. Verhoeven and A. de Reus. Prototyping interactive cockpit applications. In *Digital Avionics Systems Conference, 2004. DASC 04. The 23rd*, volume 2, pages 9.A.3–91–10 Vol.2, Oct 2004.

[36] Wikipedia. Aprilia. https://it.wikipedia.org/wiki/Aprilia_(azienda), 2015.

[37] Wikipedia. Audi. https://it.wikipedia.org/wiki/Audi, 2015.

[38] Wikipedia. Bmw. https://it.wikipedia.org/wiki/BMW, 2015.

[39] Wikipedia. Opel. https://it.wikipedia.org/wiki/Opel, 2015.

[40] Wikipedia. Piaggio. https://it.wikipedia.org/wiki/Piaggio, 2015.

[41] Wikipedia. Porsche. https://it.wikipedia.org/wiki/Porsche, 2015.

[42] Jong-Woon Yoo, Youngwoo Lee, Daesun Kim, and Kyoungsoo Park. An android-based automotive middleware architecture for plug-and-play of applications. In *Open Systems (ICOS), 2012 IEEE Conference on*, pages 1–6, Oct 2012.

Appendice A

Motociclette Aprilia V4

In questa appendice presentiamo le schede tecniche delle motociclette Aprilia V4.

A.1 Aprilia RSV4 R Factory

Riportiamo i dati tecnici del modello di motocicletta Aprilia RSV4 versione RF [4].

Motore Aprilia 4 cilindri a V longitudinale di 65°, 4 tempi, raffreddamento a liquido, distribuzione bi-albero a camme (DOHC), quattro valvole per cilindro.

Carburante Benzina senza piombo.

Alesaggio e corsa 78 x 52.3 mm.

Cilindrata totale 999.6 cc.

Rapporto di compressione 13.6 : 1.

Potenza massima all'albero 201 CV (148 kW) a 13000 giri/min.

Coppia massima all'albero 115 Nm a 10500 giri/min.

Alimentazione Airbox con prese d'aria dinamiche frontali; cornetti di aspirazione ad altezza variabile controllati da centralina controllo motore; 4 corpi farfallati Marelli da 48 mm con 8 iniettori e gestione Ride-by-Wire di ultima generazione; multi-mappa selezionabile dal pilota in marcia: Track (T), Sport (S), Race (R).

Accensione Elettronica digitale Magneti Marelli integrata nel sistema di gestione motore, con una candela per cilindro, bobine tipo stick-coil.

Avviamento Elettrico.

Figura A.1: Livrea della motocicletta Aprilia RSV4 versione RF.

Scarico Schema 4 in 2 in 1, due sonda lambda, mono silenziatore laterale con valvola parzializzatrice comandata dalla centralina gestione motore e catalizzatore trivalente integrato (Euro 3).

Generatore Volano con magneti alle terre rare da 450 W.

Lubrificazione A carter umido con radiatore olio/aria, doppia pompa olio (lubrificazione e raffreddamento).

Cambio Estraibile a 6 rapporti: 1° a 39/15 (2.600), 2° a 33/16 (2,063), 3° a 34/20 (1.700), 4° a 31/21 (1.476), 5° a 31/23 (1.348), 6° a 34/27 (1.259); comando cambio con sistema elettronico Aprilia Quick Shift (aQS).

Frizione Multi-disco in bagno d'olio con sistema anti-saltellamento meccanico.

Trasmissione primaria A ingranaggi a denti dritti e parastrappi integrato, rapporto di trasmissione: 73/44 (1.659).

Trasmissione secondaria A catena, rapporto di trasmissione: 41/16 (2.5625).

Gestione della trazione Sistema Aprilia Performance Ride Control (aPRC) che comprende controllo di trazione (aTC), controllo di impennata (aWC), controllo di partenza (aLC) tutti settabili e disinseribili indipendentemente.

Telaio Telaio in alluminio a doppia trave con elementi fusi e stampati in lamiera; regolazioni previste: posizione e angolo cannotto di sterzo, altezza motore, altezza perno forcellone, ammortizzatore di sterzo Öhlins.

Sospensione anteriore Forcella Öhlins Racing, con trattamento superficiale TIN; piedini forgiati in alluminio ribassati per fissaggio pinze radiali; regolabile in precarico molle, estensione e compressione idraulica; Escursione ruota 120 mm.

Sospensione posteriore Forcellone a doppia capriata in alluminio, tecnologia mista di fusione a basso spessore e lamiera; mono-ammortizzatore Sachs regolabile in: idraulica in estensione e compressione, precarico della molla, lunghezza interasse; mono-ammortizzatore Öhlins Racing con piggy-back completamente regolabile in: precarico molla, lunghezza interasse, idraulica in compressione ed estensione; biellismo progressivo APS; escursione ruota 130 mm.

Freno anteriore Doppio disco diametro 320 mm flottante con pista frenante in acciaio inox alleggerito e flangia in alluminio con 6 nottolini; pinze Brembo M430 monoblocco a fissaggio radiale a 4 pistoncini di diametro 30 mm contrapposti.; pastiglie sinterizzate; pompa radiale e tubo freno in treccia metallica.

Freno posteriore Disco diametro 220 mm, pinza Brembo a 2 pistoncini isolati di diametro 32 mm; pastiglie sinterizzate; pompa con serbatoio integrato e tubo in treccia metallica.

ABS ABS Bosch 9MP, regolabile su 3 mappe, dotato di strategia Rear wheel Lift-up Mitigation (RLM) e disinseribile.

Cerchi Aprilia in lega d'alluminio a 3 razze sdoppiate forgiati in lega d'alluminio, completamente lavorati, a 5 razze sdoppiate; anteriore: 3.5" x 17", posteriore: 6" x 17".

Pneumatici Radiali tubeless; anteriore: 120/70 ZR 17, posteriore: 200/55 ZR 17 (in alternativa 190/50 ZR 17, 190/55 ZR 17).

Peso a secco 180 kg.

Serbatoio 18,5 litri (4 litri di riserva).

A.2 Aprilia RSV4 RR

Riportiamo i dati tecnici del modello di motocicletta Aprilia RSV4 versione RR [5].

Motore Aprilia 4 cilindri a V longitudinale di 65°, 4 tempi, raffreddamento a liquido, distribuzione bi-albero a camme (DOHC), quattro valvole per cilindro.

Carburante Benzina senza piombo.

Alesaggio e corsa 78 x 52.3 mm.

Cilindrata totale 999.6 cc.

Rapporto di compressione 13.6 : 1.

Figure A.2: Livrea della motocicletta Aprilia RSV4 versione RR.

Potenza massima all'albero 201 CV (148 kW) a 13000 giri/min.

Coppia massima all'albero 115 Nm a 10500 giri/min.

Alimentazione Airbox con prese d'aria dinamiche frontali; cornetti di aspirazione ad altezza variabile controllati da centralina controllo motore; 4 corpi farfallati Marelli da 48 mm con 8 iniettori e gestione Ride-by-Wire di ultima generazione; multi-mappa selezionabile dal pilota in marcia: Track (T), Sport (S), Race (R).

Accensione Elettronica digitale Magneti Marelli integrata nel sistema di gestione motore, con una candela per cilindro, bobine tipo stick-coil.

Avviamento Elettrico.

Scarico Schema 4 in 2 in 1, due sonda lambda, mono silenziatore laterale con valvola parzializzatrice comandata dalla centralina gestione motore e catalizzatore trivalente integrato (Euro 3).

Generatore Volano con magneti alle terre rare da 450 W.

Lubrificazione A carter umido con radiatore olio/aria, doppia pompa olio (lubrificazione e raffreddamento).

Cambio Estraibile a 6 rapporti: 1° a 39/15 (2.600), 2° a 33/16 (2,063), 3° a 34/20 (1.700), 4° a 31/21 (1.476), 5° a 31/23 (1.348), 6° a 34/27 (1.259); comando cambio con sistema elettronico Aprilia Quick Shift (aQS).

Frizione Multi-disco in bagno d'olio con sistema anti-saltellamento meccanico.

Trasmissione primaria A ingranaggi a denti dritti e parastrappi integrato, rapporto di trasmissione: 73/44 (1.659).

Trasmissione secondaria A catena, rapporto di trasmissione: 41/16 (2.5625).

Gestione della trazione Sistema Aprilia Performance Ride Control (aPRC) che comprende controllo di trazione (aTC), controllo di impennata (aWC), controllo di partenza (aLC) tutti settabili e disinseribili indipendentemente.

Telaio Telaio in alluminio a doppia trave con elementi fusi e stampati in lamiera; regolazioni previste: posizione e angolo cannotto di sterzo, altezza motore, altezza perno forcellone, ammortizzatore di sterzo Öhlins non regolabile.

Sospensione anteriore Forcella Sachs steli di diametro 43 mm; piedini forgiati in alluminio ribassati per fissaggio pinze radiali; regolabile in precarico molle, estensione e compressione idraulica; escursione ruota 120 mm.

Sospensione posteriore Forcellone a doppia capriata in alluminio, tecnologia mista di fusione a basso spessore e lamiera; mono-ammortizzatore Sachs regolabile in: idraulica in estensione e compressione, precarico della molla, lunghezza interasse; biellismo progressivo APS; escursione ruota 130 mm.

Freno anteriore Doppio disco diametro 320 mm flottante con pista frenante in acciaio inox alleggerito e flangia in alluminio con 6 nottolini; pinze Brembo M430 monoblocco a fissaggio radiale a 4 pistoncini di diametro 30 mm contrapposti.; pastiglie sinterizzate; pompa radiale e tubo freno in treccia metallica.

Freno posteriore Disco diametro 220 mm, pinza Brembo a 2 pistoncini isolati di diametro 32 mm; pastiglie sinterizzate; pompa con serbatoio integrato e tubo in treccia metallica.

ABS ABS Bosch 9MP, regolabile su 3 mappe, dotato di strategia Rear wheel Lift-up Mitigation (RLM) e disinseribile.

Cerchi Aprilia in lega d'alluminio a 3 razze sdoppiate; anteriore: 3.5" x 17", posteriore: 6" x 17".

Pneumatici Radiali tubeless; anteriore: 120/70 ZR 17, posteriore: 200/55 ZR 17 (in alternativa: 190/50 ZR 17, 190/55 ZR 17).

Peso a secco 180 kg.

Serbatoio 18,5 litri (4 litri di riserva).

A.3 Aprilia TUONO V4 1100 R Factory

Riportiamo i dati tecnici del modello di motocicletta Aprilia TUONO V4 1100 versione RF [6].

Figure A.3: La livrea della motocicletta Aprilia TUONO V4 1100 versione RF

Motore Aprilia 4 cilindri a V longitudinale di 65°, 4 tempi, raffreddamento a liquido, distribuzione bi-albero a camme (DOHC), quattro valvole per cilindro.

Carburante Benzina senza piombo.

Alesaggio e corsa 81 x 52.3 mm.

Cilindrata totale 1077 cc.

Potenza massima all'albero 175 CV (129 kW) a 11000 giri/min.

Coppia massima all'albero 120 Nm a 9000 giri/min.

Alimentazione Airbox con prese d'aria dinamiche frontali; 4 corpi farfallati Weber-Marelli da 48 mm con 4 iniettori e gestione Ride by Wire di ultima generazione; multi-mappa selezionabile dal pilota in marcia: Track (T), Sport (S), Road (R).

Accensione Elettronica digitale Magneti Marelli integrata nel sistema di gestione motore, con una candela per cilindro, bobine di tipo stick-coil.

Avviamento Elettrico.

Scarico Schema 4 in 2 in 1, una sola lambda, mono silenziatore laterale con valvola parzialmente comandata dalla centralina gestione motore e catalizzatore trivalente integrato (Euro 3).

Generatore Volano con magneti alle terre rare da 450 W.

Lubrificazione A carter umido con radiatore olio/aria, doppia pompa olio (lubrificazione e raffreddamento).

Cambio Estraibile a 6 rapporti: 1° a 39/15 (2.600), 2° a 33/16 (2.063), 3° a 34/20 (1.700), 4° a 32/22 (1.455), 5° a 34/26 (1.308), 6° a 33/27 (1.222); comando cambio con sistema elettronico Aprilia Quick Shift (aQS).

Frizione Multi-disco in bagno d'olio.

Trasmissione primaria A ingranaggi a denti dritti e parastrappi integrato, rapporto di trasmissione a 73/44 (1.659).

Trasmissione secondaria A catena: rapporto di trasmissione a 42/16 (2.625).

Gestione della trazione Sistema Aprilia Performance Ride Control (aPRC) che comprende controllo di trazione (aTC), controllo di impennata (aWC), controllo di partenza (aLC), tutti configurabili e disinserbili indipendentemente.

Telaio Telaio in alluminio a doppia trave con elementi fusi e stampati in lamiera; ammortizzatore di sterzo Öhlins.

Sospensione anteriore Forcella Öhlins, con trattamento superficiale TIN; piedini forgiati in alluminio per fissaggio pinze radiali; completamente regolabile in precarico molle, estensione e compressione idraulica; escursione ruota 120 mm.

Sospensione posteriore Forcellone a doppia capriata in alluminio, tecnologia mista di fusione a basso spessore e lamiera; mono-ammortizzatore Öhlins con piggy-back completamente regolabile in: precarico molla, lunghezza interasse, idraulica in compressione ed estensione; biellismo progressivo APS; escursione ruota 130 mm.

Freno anteriore Doppio disco diametro 320 mm flottante con pista frenante in acciaio inox alleggerito e flangia in alluminio con 6 nottolini; pinze Brembo M432 monoblocco a fissaggio radiale a 4 pistoncini di diametro 32 mm contrapposti; pastiglie sinterizzate; pompa assiale e tubi freno in treccia metallica.

Freno posteriore Disco diametro 220 mm; pinza Brembo flottante a 2 pistoncini isolati di diametro 32 mm; pastiglie sinterizzate; pompa con serbatoio integrato e tubo in treccia metallica.

ABS ABS Bosch 9MP, regolabile su 3 mappe, dotato di strategia RLM e disinseribile.

Cerchi Fusi in lega d'alluminio, a 3 razze sdoppiate; anteriore a 3.5" x 17", posteriore a 6.00" x 17".

Pneumatici Radiali tubeless; anteriore: 120/70 ZR 17, posteriore: 190/55 ZR 17 (in alternativa 190/50 ZR 17; 200/55 ZR 17).

Figure A.4: La livrea della motocicletta Aprilia TUONO V4 1100 versione RR.

Dimensioni Altezza sella: 825 mm, avancorsa: 99.7 mm, angolo di sterzo: 24,7°.

Peso a secco 184 kg.

Serbatoio 18,5 litri (4 litri di riserva).

A.4 Aprilia TUONO V4 1100 RR

Riportiamo i dati tecnici del modello di motocicletta Aprilia TUONO V4 1100 versione RR [7].

Motore Aprilia 4 cilindri a V longitudinale di 65°, 4 tempi, raffreddamento a liquido, distribuzione bi-albero a camme (DOHC), quattro valvole per cilindro.

Carburante Benzina senza piombo.

Alesaggio e corsa 81 x 52.3 mm.

Cilindrata totale 1077 cc.

Potenza massima all'albero 175 CV (129 kW) a 11000 giri/min.

Coppia massima all'albero 120 Nm a 9000 giri/min.

Alimentazione Airbox con prese d'aria dinamiche frontali; 4 corpi farfallati Weber-Marelli da 48 mm con 4 iniettori e gestione Ride by Wire di ultima generazione; multi-mappa selezionabile dal pilota in marcia: Track (T), Sport (S), Road (R).

Accensione Elettronica digitale Magneti Marelli integrata nel sistema di gestione motore, con una candela per cilindro, bobine di tipo stick-coil.

Avviamento Elettrico.

Scarico Schema 4 in 2 in 1, una sola lambda, mono silenziatore laterale con valvola parzialmente comandata dalla centralina gestione motore e catalizzatore trivalente integrato (Euro 3).

Generatore Volano con magneti alle terre rare da 450 W.

Lubrificazione A carter umido con radiatore olio/aria, doppia pompa olio (lubrificazione e raffreddamento).

Cambio Estraibile a 6 rapporti: 1° a 39/15 (2.600), 2° a 33/16 (2.063), 3° a 34/20 (1.700), 4° a 32/22 (1.455), 5° a 34/26 (1.308), 6° a 33/27 (1.222); comando cambio con sistema elettronico Aprilia Quick Shift (aQS).

Frizione Multi-disco in bagno d'olio.

Trasmissione primaria A ingranaggi a denti dritti e parastrappi integrato, rapporto di trasmissione a 73/44 (1.659).

Trasmissione secondaria A catena: rapporto di trasmissione a 42/16 (2.625).

Gestione della trazione Sistema Aprilia Performance Ride Control (aPRC) che comprende controllo di trazione (aTC), controllo di impennata (aWC), controllo di partenza (aLC), tutti configurabili e disinserbili indipendentemente.

Telaio Telaio in alluminio a doppia trave con elementi fusi e stampati in lamiera; ammortizzatore di sterzo Sachs.

Sospensione anteriore Forcella Sachs upside-down one by one, steli con diametro 43 mm; piedini forgiati in alluminio per fissaggio pinze radiali; completamente regolabile in precarico molle, estensione e compressione idraulica; escursione ruota 120 mm.

Sospensione posteriore Forcellone a doppia capriata in alluminio, tecnologia mista di fusione a basso spessore e lamiera; mono-ammortizzatore Sachs con piggy-back completamente regolabile in: precarico molla, idraulica in compressione ed estensione; biellismo progressivo APS; escursione ruota 130 mm.

Freno anteriore Doppio disco diametro 320 mm flottante con pista frenante in acciaio inox alleggerito con 6 nottolini; pinze Brembo M432 monoblocco a fissaggio radiale a 4 pistoncini di diametro 32 mm contrapposti; pastiglie sinterizzate; pompa assiale e tubi freno in treccia metallica.

Freno posteriore Disco diametro 220 mm; pinza Brembo flottante a 2 pistoncini isolati di diametro 32 mm; pastiglie sinterizzate; pompa con serbatoio integrato e tubo in treccia metallica.

ABS ABS Bosch 9MP, regolabile su 3 mappe, dotato di strategia RLM e disinseribile.

Cerchi Fusi in lega d'alluminio, a 3 razze sdoppiate; anteriore a 3.5" x 17", posteriore a 6.00" x 17".

Pneumatici Radiali tubeless; anteriore: 120/70 ZR 17, posteriore: 190/55 ZR 17 (in alternativa 190/50 ZR 17; 200/55 ZR 17).

Dimensioni Altezza sella: 825 mm, avancorsa: 99.7 mm, angolo di sterzo: 24,7°.

Peso a secco 184 kg.

Serbatoio 18,5 litri (4 litri di riserva).